

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ МОДЕЛИ 61-425 (ЦМВО-66)

Под редакцией
канд. техн. наук Б. Н. РЕБРИКА



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1977

Электрооборудование пассажирских вагонов модели 61-425 (ЦМВО-66). Под ред. Б. Н. Ребрика. М., «Транспорт», 1977 г. 144 с. Авт.: О. Ф. Никитин, В. Е. Новиков, А. В. Тальмин, М. Г. Колбаснер, Б. Н. Ребрик.

В книге описано электрооборудование пассажирских некупированных вагонов постройки Калининского вагоностроительного завода модели 61-425 с комбинированным отоплением; приведены технические данные основных элементов электрооборудования и описан принцип их действия; даны электрические схемы вагона.

Книга предназначена для мастеров, приемщиков, поездных электромонтеров, механиков-бригадиров поездов и других работников, связанных с эксплуатацией и ремонтом пассажирских вагонов.

Ил. 91, табл. 12.

ВВЕДЕНИЕ

Системы электроснабжения пассажирских вагонов делятся на индивидуальные (автономные) с питанием потребителей вагона от подвагонного генератора и централизованные — от поездной электромагистрали. Наибольшее развитие и распространение получили индивидуальные системы с приводом генератора от оси колесной пары.

Если раньше в системах с приводом генератора от оси колесной пары применялись генераторы только постоянного тока, то в настоящее время имеется тенденция замены их на генераторы переменного тока. Объясняется это наличием ряда их преимуществ: упрощением конструкции и эксплуатации самого генератора за счет исключения коллекторно-щеточного узла и обмоток на вращающейся части машины, упрощением электрического оборудования и др.

Индивидуальные системы с генераторами переменного тока делятся на две категории: с однообмоточным и двухобмоточным генераторами. В системах первой категории, как и в системах генератора постоянного тока, обеспечивается два напряжения — одно основное, для питания всех потребителей и одновременно для заряда аккумуляторной батареи, и другое, стабилизированное в более узких пределах, только для питания осветительных ламп накаливания и цепей сигнализации. Во второй категории индивидуальных систем обеспечиваются также два напряжения, но одно, основное, стабилизированное в узких пределах, для всех потребителей вагона, в том числе и для ламп накаливания, и второе, регулируемое, для заряда аккумуляторной батареи (АБ). При этом заряд аккумуляторной батареи осуществляется от суммарного напряжения: выпрямленного напряжения основной обмотки генератора (стабилизированное) и выпрямленного напряжения дополнительной обмотки генератора (регулируемое).

Система ЭВ.10.02, устанавливаемая на нескольких типах вагонов без кондиционирования воздуха, в том числе и система ЭВ.10.02.20 открытого спального цельнометаллического вагона модели 61-425 постройки Калининского вагоностроительного завода, относится к индивидуальной системе электроснабжения с двухобмоточным генератором переменного тока. Система электроснабжения ЭВ.10.02 создана на базе системы электроснабжения

ЭВ-1, ЭВ-7, которые устанавливались на ранее выпускаемых вагонах ЦМВО Калининского вагоностроительного завода.

Отличительной особенностью этой системы является то, что напряжение, от которого получают питание потребители, отделено от напряжения заряда АБ. При такой структурной схеме системы электроснабжения выпрямленное напряжение основной обмотки генератора оказалось возможным выбрать близким к напряжению АБ при ее разряде, а напряжение заряда АБ регулировать так, чтобы обеспечить лучшие условия для батарей. В этой системе потребители как при работающем генераторе, так и от АБ питаются примерно при одинаковом напряжении. Регулирование напряжения заряда в цепи дополнительной обмотки генератора (зимой напряжение заряда должно быть выше, чем летом) не сказывается на напряжении питания потребителей. Все это позволило существенно уменьшить диапазон колебания напряжения питания потребителей, что улучшило условия их работы и сделало возможным отказаться от специального регулятора сети (РНС) для ламп накаливания, который обязательно устанавливается в системах с однообмоточными генераторами.

Другой характерной особенностью системы электроснабжения ЭВ.10.02 является устройство привода генератора. Он приводится во вращение тексропно-редукторно-карданным приводом (ТРКП). На оси колесной пары посажен шкив, от которого через клиноременную передачу с четырьмя ремнями трапецеидального сечения вращение получает шкив редуктора. Передаточное отношение шкивов 1,4 и редуктора 2,9. Редуктор шарнирно подвешен на раме тележки и пружинным натяжным устройством постоянно оттягивается от колесной пары, что обеспечивает натяжение ремней. Выходной вал редуктора карданным валом соединен с валом ротора генератора.

Преимущества ТРКП по сравнению с редукторно-карданным приводом (РКП) заключаются в том, что на шейке оси укреплен шкив значительно меньшей массы, чем редуктор РКП, также укрепленный на шейке. Поскольку это необрессоренная масса, постольку динамические воздействия на ось колесной пары и на путь значительно меньше от привода ТРКП. В то же время нужно отметить, что наличие ременной передачи увеличивает потери энергии и несколько усложняет эксплуатацию из-за износа ремней.

В настоящее время система ЭВ.10.02 принята как унифицированная для всех пассажирских вагонов без кондиционирования воздуха (в том числе и почтово-багажных) отечественного производства, а также пассажирских вагонов постройки заводов ГДР и ПНР. Кроме того, эта система устанавливается на вагоны, проходящие заводской ремонт второго объема при замене устаревших систем электроснабжения.

Система электроснабжения ЭВ.10.02 характеризуется следующими основными данными: длительной мощностью индукторного генератора примерно 9 кВт, номинальным выпрямленным напряже-

нием потребителей 50 В, напряжением заряда аккумуляторной батареи с тремя ступенями ручного или автоматического регулирования в пределах от 59 до 72 В. Вагоны укомплектованы батареями, составленными из 38 никель-железных аккумуляторов емкостью 250 или 350 А·ч с номинальным напряжением каждого элемента 1,2 В.

В системе нашли широкое применение полупроводниковые приборы, магнитные усилители и другие бесконтактные статические устройства. В устройствах защиты и автоматического регулирования режимов работы системы использованы электронные блоки, выполненные с печатным монтажом, со штепсельными соединениями, которые помимо высокой надежности обеспечивают в эксплуатации удобство их съема и установки при ремонте.

Из всех вагонов без кондиционирования воздуха вагон 61-425 является наиболее энергоемким по числу и мощности установленных на нем потребителей. Для создания необходимых комфортных условий проезда пассажиров в поезде обеспечиваются освещение как люминесцентное, так и лампами накаливания, вентиляция и отопление. Установлены кипятильник с электроподогревом (помимо угольного подогрева), розетки для подключения пылесоса, электробритв и др. Кроме того, для обеспечения безопасности вагоны оборудуются торцовыми и посадочными фонарями, вызывной сигнализацией, системами контроля нагрева букс и автоматического отпуска тормозов и другими устройствами.

Для общей характеристики потребителей вагона модели 61-425, питание которых обеспечивается системой ЭВ.10.02.20, в табл. 1 приведены мощности и потребляемые токи основных потребителей, которые могут получать питание от генератора одновременно.

Если АБ разряжена, то первоначальный зарядный ток в течение нескольких минут может достигать 70—90 А. Затем по мере заряда ток спадает. Средняя величина тока за полчаса может достигать 50—60 А. Таким образом, при одновременно включенных мощных потребителях и разряженной батарее ток генератора может превы-

Таблица 1

Потребители	Мощность, кВт	Ток, А
Кипятильник	2,2	44
Вентилятор — I ступень	~ 0,5	10
Преобразователь для люминесцентного освещения	2,0	~ 40
Насос отопления	0,5	10
Водоохладитель	0,5	10
Освещение лампами накаливания	0,65	13
Преобразователь для электробритв	0,03	0,6
Пылесос	—	6,38
Итого	6,38	~ 134

шать его номинальный ток 140 А. Опыт эксплуатации показывает, что такой режим на вагонах может быть редко и непродолжительное время. И хотя он не представляет большой опасности для перегрева генератора, все же для исключения перегрузки генераторного привода, проскальзывания ремней, перегрузки электрических цепей в систему электроснабжения введено автоматическое ограничение возможности одновременного включения больших потребителей (кипятильника, вентилятора с высокой производительностью, преобразователя люминесцентного освещения). Увеличивать же мощность генератора с приводом для того, чтобы можно было без ограничения включать все потребители одновременно, нецелесообразно, так как устанавливаемый генератор мощностью 9 кВт работает, как показывает опыт эксплуатации, примерно на половину своей мощности.

С 1974—1975 гг. пассажирские вагоны стали оборудовать комбинированным электроугольным отоплением, в котором в качестве теплоносителя используется вода, подогреваемая либо угольной топкой, либо электронагревательными элементами. Вагон модели 61-425 является первым вагоном отечественной постройки, на котором установлено комбинированное отопление.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

1. Генератор

Генератор предназначен для преобразования механической энергии в электрическую, которая используется для питания вагонных потребителей и для заряда аккумуляторной батареи. Работает генератор только на ходу, начиная со скоростей 30—40 км/ч.

На вагоне модели 61-425 установлен генератор, который представляет собой индукторную машину переменного тока. Как и каждая электрическая машина, он состоит из двух основных частей: неподвижной, называемой статором 1 (рис. 1, а), и вращающейся части, называемой ротором 2. Между статором и ротором имеется зазор Δ . Вал 3 ротора вращается в подшипниках, которые установлены в подшипниковых щитах 4. Между телом ротора и каждым из щитов есть воздушные зазоры δ .

Отличительной особенностью индукторного генератора является то, что все его обмотки неподвижны. Одни обмотки 5 расположены на зубцах 6 статора, другие обмотки 7 на выступах 8 подшипниковых щитов. Ротор, выполненный в виде зубчатого колеса, не имеет обмоток, что значительно упрощает конструкцию и эксплуатацию генератора. Основной магнитный поток Φ , создаваемый обмотками возбуждения 7, проходит по телу ротора, затем через зазор Δ попадает в зубцы статора, проходит по станине статора 1, подшипниковым щитам 4 и через зазоры δ возвращается в магнитопровод ротора.

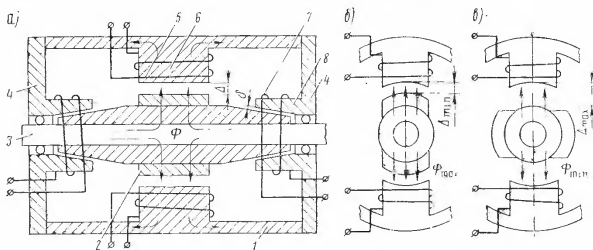


Рис. 1. Устройство индукторного генератора

При вращении ротора величина воздушного зазора δ остается всегда постоянной, а величина зазора Δ меняется. Если оси зубцов ротора и статора совпадают (рис. 1, б), то зазор между зубцами имеет наименьшее значение $\Delta_{\min}$. Смещение зубцов при повороте ротора приводит к увеличению зазора до наибольшей величины $\Delta_{\max}$ (рис. 1, в). Увеличение зазора (от $\Delta_{\min}$ до $\Delta_{\max}$) вызывает уменьшение магнитного потока (от $\Phi_{\max}$ до $\Phi_{\min}$), попадающего в зубцы статора. При вращении ротора вследствие периодического изменения воздушного зазора магнитный поток в каждом из зубцов статора, оставаясь постоянным по направлению, пульсирует между наименьшими и наибольшими значениями. Вследствие этого в витках катушек, обхватывающих зубцы статора, наводится электродвижущая сила (э.д.с.). Если поток возрастает, то наводимая э. д. с. имеет одно направление, если поток убывает, то другое. Полный цикл изменения потока (от $\Phi_{\min}$ до $\Phi_{\max}$ и снова до $\Phi_{\min}$) вызывает полный цикл (период) изменения э. д. с. Таким образом в статорной обмотке при вращении ротора наводится переменная э. д. с.

Количество полных циклов изменения потока в зубце статора, а следовательно, и периодов наведенной э. д. с. за один оборот ротора определяется количеством зубцов последнего. Если зубцов два, как показано на рисунке, то и периодов э. д. с. — два. Частота (число циклов в секунду) э. д. с., наводимой в катушке статора, равна числу зубцов ротора, умноженному на его частоту вращения. При увеличении числа зубцов ротора повышается частота наводимой э. д. с. Частота вращения ротора изменяется, так как меняется скорость движения вагона. Это и является одной из отличительных особенностей вагонного индукторного генератора. С ростом скорости движения частота э. д. с. увеличивается.

Если в рассматриваемой конструкции генератора увеличить количество зубцов статора, то расположенные на них обмотки образуют многофазную систему. Объясняется это тем, что при вращении ротора изменение потока в зубцах статора происходит поочередно, вследствие чего наводимые в статорных обмотках э. д. с. оказываются сдвинутыми относительно друг друга по времени. При диаметрально расположенных зубцов ротора наводимые в диаметрально расположенных обмотках статора э. д. с. изменяются одновременно (без сдвига по времени). В этом случае обе обмотки могут быть соединены последовательно так, что на выходе будет получена э. д. с. удвоенной величины. В генераторе 2ГВ.003 на каждом зубце статора располагают две обмотки: основную и дополнительную. Основная обмотка используется для питания вагонных потребителей, а дополнительная — как вольтодобавочная в схеме для заряда аккумуляторной батареи.

В подвагонных генераторах обмотка возбуждения получает питание от статорной обмотки, т. е. имеет место самовозбуждение генератора. Изменение частоты вращения ротора одновременно с изменением частоты наводимой э. д. с. приводит к изменению ее величины. Поскольку для питания потребителей требуется напря-

жение 50 В, то обмотки возбуждения питаются через регулятор напряжения генератора (РНГ), регулирующий ток возбуждения. Одновременно РНГ выполняет и функции выпрямителя, так как обмотка возбуждения питается постоянным током.

При работе генератора через статорные обмотки проходит ток нагрузки, в результате чего в каждом зубце статора образуется дополнительный магнитный поток, направленный встречно к основному. Для компенсации размагничивающего влияния статорных обмоток в генератор вводят дополнительную обмотку возбуждения, которую включают последовательно в цепь потребителей. Магнитный поток, создаваемый этой обмоткой, направлен согласно с потоком основной обмотки возбуждения. С ростом нагрузки растет размагничивающее влияние статорных обмоток, но одновременно растет и подмагничивающее влияние последовательной обмотки, в результате чего результирующий поток меняется незначительно.

На вагоне установлен индукторный генератор 2ГВ.003. Все его части смонтированы в станине 1 (рис. 2), имеющей лапы 21 для крепления к раме тележки вагона. Литая станина изготовлена из стали Ст2. Для слива конденсата в станине предусмотрены два отверстия, закрытые пробками. Магнитопровод статора 11 крепится непосредственно к станине. Пульсирующий в зубцах статора магнитный поток создает в них вихревые токи, приводящие к дополнительным

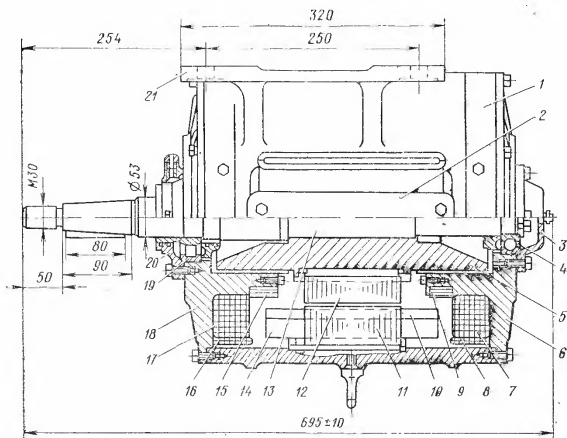


Рис. 2. Генератор 2ГВ.003.

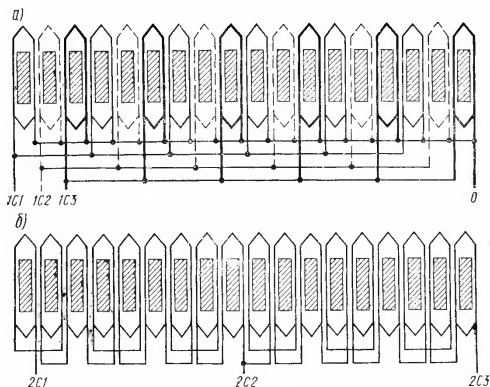


Рис. 3. Схема соединения обмоток, расположенных на зубах генератора:
а — основной; б — дополнительной

потерям энергии. Для снижения этих потерь статор набирают из листов электротехнической стали Э12 толщиной 0,5 мм.

Статор имеет 18 зубцов, на каждом из которых расположены катушки основной 14 и дополнительной 10 обмоток. Катушки основной обмотки (рис. 3, а), соединенные по шесть параллельно, составляют три группы (фазы). Группы соединяются звездой (рис. 4), у которой 0 — нулевой вывод; 1C1, 1C2 и 1C3 — начало фаз. Дополнительные катушки всех 18 зубцов статора соединяются последовательно и образуют единую однофазную обмотку с концами 2C1, 2C3

и нулевым выводом 2C2 из средней части обмотки. Концы обмоток возбуждения маркируются: И1 — И2 у параллельной, 01 — 02 у последовательной. Статор закрыт двумя подлинниковыми щитами 6 и 18 (см. рис. 2), выполненными из стали Ст2.

Магнитопровод ротора 12 помещен на втулке 5, напрессованной на вал 13. Ротор имеет шесть зубцов, набранных из листов электротехнической стали Э12 (каждый толщиной 0,5 мм).

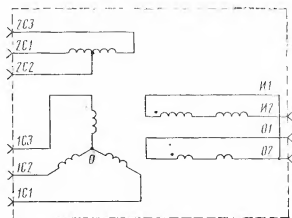


Рис. 4. Схема соединения обмоток генератора 2ГВ.003.12

Таблица 2

Показатель	Тип генератора													
	2ГВ.003; 2ГВ.003.10					2ГВ.003.11					2ГВ.003.12			
	О б м о т к и													
	основная	дополнительная	параллельная	последовательная	специальная	основная	дополнительная	параллельная	последовательная	специальная	основная	дополнительная	параллельная	последовательная
Число параллельных ветвей в фазе	2	1	—	—	—	2	1	—	—	—	6	1	—	—
Число витков в катушке	9	5	431	7	431	9	5	380	6	431	27	5	380	6
Число витков в фазе	33	108	—	—	—	27	90	—	—	—	27	90	—	—
Марка провода	ПСД	ПСД	АПБД	МГМ	ПЭВ-2	ПСД	ПСД	АПБД	МГМ	ПЭВ-2	ПСД	ПСД	АПБД	ЛММ
Диаметр (мм) × количество проводов	1,81× ×5	1,68× ×3	2,26	1,81× ×25	0,44	1,81× ×6	1,68× ×3	2,26	1,81× ×25	0,44	1,81× ×2	1,81× ×3	2,26	1,81× ×25
Сопротивление фазы обмотки при постоянном токе и при +20° С, Ом	0,01	0,11	5,6	0,005	100	0,0092	0,118	4,7	0,0044	96,5	0,0092	0,1054	4,7	0,0044
Испытательное напряжение в течение одной минуты при 50 Гц, В	1600	1600	1700	1700	1700	1600	1600	1700	1700	1700	1600	1600	1700	1700
Класс изоляции	В	В	А	В	А	F	F	В	F	В	F	F	В	F



Рис. 5. Установка генератора

Со стороны привода, где вал испытывает большие динамические нагрузки, имеется роликовый подшипник 19, с противоположной стороны шариковый подшипник 4. Эти подшипники закрыты крышками 3 и 20.

Каждая из обмоток возбуждения выполнена в виде двух отдельных катушек, расположенных на подшипниковых щитах: параллельная 7 и 17; последовательная 9 и 15 и специальная 8 и 16. Введение специальной об-

мотки в первых образцах генераторов 2ГВ.003.10 и 2ГВ.003.11 было вызвано особенностью их работы в схемах с магнитными усилителями, применявшимися для регулирования возбуждения. В генераторе 2ГВ.003.12 специальная обмотка отсутствует.

Концы всех обмоток генератора выведены на зажимы монтажной плиты выводной коробки 2. Данные обмоток приведены в табл. 2.

Генератор 1 (рис. 5) крепится за лапы 3 через резиновые амортизаторы 4 к кронштейнам 5, приваренным к раме 2 тележки.

Наличие амортизаторов смягчает удары, передаваемые от тележки на корпус генератора. Для предохранения генератора от падения на путь предусмотрены предохранительные скобы 6. Электрическое соединение генератора со схемой вагона обеспечивается при помощи трех штепсельных разъемов 7. Ввод проводов 8, отходящих от каждого из разъемов, в генератор осуществляется через резиновые втулки, установленные в планках 9 клеммной коробки выводов 10.

На вагонах первых лет постройки (с вибрационными регуляторами напряжения) устанавливали генераторы типа 2ГВ.003. Затем были введены в эксплуатацию последующие модификации этого генератора (2ГВ.003.10, 2ГВ.003.11 и 2ГВ.003.12). Основным изменениям в генераторах подверглись: схема включения обмоток (2ГВ.003.10), количество витков и схема соединения катушек (2ГВ.003.11 и 2ГВ.003.12).

Технические данные генераторов 2ГВ.003.10, 11, 12 приведены ниже.

Напряжение обмоток, В:	
основной	45
дополнительной	24
параллельной	28
Номинальная мощность обмоток генератора, кВт:	
основной	9,45
дополнительной	0,75
Номинальный ток обмоток генератора, А:	
основной	121

дополнительной	31,5
последовательной	147
Количество фаз обмоток:	
основной	3
дополнительной	1
Частота вращения ротора, об/мин	940—4000*
К. п. д. при 2000 об/мин, %	86**
Масса, кг	260±13
Возбуждение	специальное

* 1050—4000 об/мин для генератора 2ГВ.003.11.

** 89 — для генератора 2ГВ.003.12.

Габаритные размеры, общая компоновка составных частей генератора изменениям не подвергались.

Принципиальные электрические схемы генераторов 2ГВ.003.10 и 2ГВ.003.11 одинаковы и отличаются от схемы генератора 2ГВ.003.12 наличием специальной обмотки. В генераторе 2ГВ.003 роль основной трехфазной обмотки не выводится на монтажную плату и несколько изменена схема соединения обмоток возбуждения. Эта схема соединения была вызвана необходимостью применения вибрационных регуляторов, которые в настоящее время заменяются на тиристорные.

2. Двигатели

Для привода вентилятора вагона и насоса водяного отопления используются двигатели постоянного тока.

Принцип работы двигателя постоянного тока показан на рис. 6. Между неподвижными полюсами N и S магнита, создающими постоянный магнитный поток Φ , помещен виток $abcd$, который свободно может вращаться вокруг оси oo . Концы витка соединены с двумя медными полукольцами. Напряжение U через щетки A и B , скользящие по полукольцам (коллектору), подается к витку и по нему протекает ток I . Поскольку на проводник с током, помещенный в магнитное поле, действуют силы, выталкивающие его из поля в определенном направлении, то на проводник ab будет действовать сила в одну сторону, а на проводник cd , в котором ток течет в обратном направлении, сила будет направлена в другую сторону. Таким образом создается вращающий момент, в результате чего виток

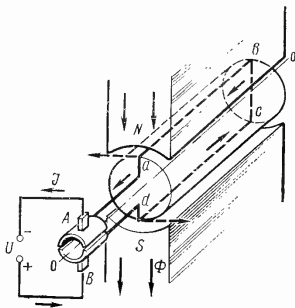


Рис. 6. Принцип работы двигателя постоянного тока

поворачивается по направлению момента. После поворота витка на 180° проводник *cd* окажется под полюсом *N*, а проводник *av* — под полюсом *S* и одновременно вследствие наличия полуколец (коллектора) изменится направление тока в проводниках *av* и *cd*, поэтому направление вращающего момента сохранится.

Машина постоянного тока состоит из двух основных частей: неподвижного статора и вращающегося ротора. В статоре размещены полюсы, представляющие собой сердечники, на которые насажены катушки, создающие магнитный поток.

Сердечник ротора набран из листов электротехнической стали. В пазах ротора уложена обмотка, выполненная в виде отдельных секций. Концы каждой секции выведены на пластины коллектора.

Двигатель вентилятора приточной вентиляции изготовлен на базе промышленного двигателя типа П11 на напряжение питающей сети вагона 50 В. Основные технические данные двигателя П41 приведены ниже.

Мощность длительная при 300 об/мин	0,2 кВт
То же при 900 об/мин	0,9 »
То же при 1200 об/мин	1,2 »
Рабочее напряжение	50 В
Пределы изменения частоты вращения при регулировке тока в обмотке якоря	300—900 об/мин
То же при регулировке величины тока в обмотке возбуждения	900—1200 »
Режим работы двигателя	длительный

Двигатель смонтирован на одной раме с вентиляционным агрегатом, который расположен в чердачном помещении тамбура тормозного конца вагона.

Для привода центробежного насоса в системе отопления вагона используется электродвигатель постоянного тока типа П21 на напряжение 50 В. Основные технические данные двигателя П21 даны ниже.

Мощность электродвигателя	0,5 кВт
Напряжение	50 В
Частота вращения	1400 об/мин
Режим работы	длительный

3. Преобразователь для люминесцентного освещения и пускорегулирующий блок

Преобразователь типа ППО-2-400 предназначен для преобразования постоянного тока напряжением 50 В в однофазный переменный ток частотой 400 Гц с напряжением 220 В, необходимый для питания люминесцентных ламп. Пуск преобразователя и регулирование уровня и частоты выходного напряжения генератора осуществляются аппаратами блока регулирования БР-2-400.

Преобразователь состоит из двигателя постоянного тока и генератора переменного тока, смонтированных в одном корпусе (рис. 7).

Якорь двигателя и ротор генератора насажены на общий вал. Двигатель вращает ротор генератора, вследствие чего на его выходе образуется переменное напряжение.

Двигатель постоянного тока имеет четыре главных и четыре дополнительных полюса. На главных полюсах посажены катушки основной шунтовой и подмагничивающей обмоток.

Генератор переменного тока работает так же, как и подвагонный генератор 2ГВ.003. Он имеет однофазную обмотку, но не имеет обмотки возбуждения. Ротор собран из магнитного материала специального сплава альнико (сплав алюминия и кобальта). Этот специальный сплав всегда намагничен, поэтому в генераторе всегда существует магнитный поток.

В левой части корпуса 1 преобразователя располагается двигатель постоянного тока, а в правой генератор. Коллектор двигателя закрыт металлическим кожухом 2. В верхней части преобразователя расположена клеммная коробка 3 с отверстиями 4 для ввода кабелей. В нижней части находятся две лапы 6, служащие для крепления преобразователя.

Со стороны генератора на валу преобразователя установлен вентилятор, охлаждающий двигатель и генератор во время работы. Вентилятор втягивает воздух через металлическую сетку кожуха 2, пропускает его вдоль оси вала и выбрасывает через отверстия остова, закрытые металлической сеткой 5.

Блок БР-2-400 соединяется с преобразователем кабелями. В самом блоке расположена вся пускорегулирующая аппаратура, которая помещена в корпусе, представляющем собой штампованную коробку. Доступ к элементам, расположенным в блоке, осуществляется через крышки, подвешенные на шарнирах. Все аппараты установлены на панелях.

Внешние кабели вводятся в блок через клинцы, расположенные в нижней части коробки. На внешней стороне одной из крышек имеются кнопки «Пуск» и «Стоп», позволяющие производить пуск и отключение преобразователя непосредственно с блока. Конструкция блока предусматривает возможность дистанционного управления двигателем. Для этого на клеммной панели предусмотрены соответствующие зажимы для подсоединения проводов от кнопок «Пуск» и «Стоп», расположенных на панелях пульта управления в служебном отделении.

На ранее выпущенных вагонах пускорегулирующая аппаратура располагается в двух блоках. В одном из них находятся контакто-

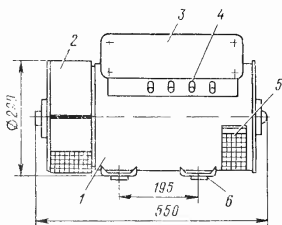


Рис. 7. Преобразователь для люминесцентного освещения

ры, реле (т. е. пусковая аппаратура силовой части схемы), а в другом — регулирующая аппаратура.

Техническая характеристика преобразователя приведена ниже.

Напряжение питающей сети	50 В
Колебания напряжения сети	73- 45 В
Потребляемый ток при крайних значениях напряжения питающей сети	45--90 А
Частота вращения	3000 об/мин
Выходное напряжение	220 В
Число фаз выходного напряжения	1
Выходная частота	400 Гц
Мощность нагрузки	2,0 кВт
Ток нагрузки	10,7 А
Коэффициент мощности	0,85
Режим работы	длительный

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И БЛОКИ

4. Контактторы

Электромагнитные контакторы предназначены для коммутации (отключение и включение) электрических цепей электрооборудования вагона.

Принцип действия контакторов, применяемых в схеме, основан на работе электромагнита, которым осуществляется перемещение подвижной части с укрепленными на ней контактами. Все контакторы имеют магнитную систему, состоящую из магнитопровода 1 (рис. 8), сердечника 10 с надетой на него катушкой 16 и якоря 7. После включения катушки якорь, преодолевая сопротивление отключающей пружины 9, под влиянием электромагнитных сил притягивается к сердечнику. При этом происходит замыкание главных контактов подвижного 12 с неподвижным 14 и размыкание вспомогательных (блокировочных) контактов 2 и 3. После отключения катушки электромагнита якорь под действием отключающей пружины 9 возвращается в исходное положение.

Один из контактов 12 шарнирно укреплен на якоре и прижимается к нему пружиной 11. Сердечник при включенном положении и упор 6 (при отключенном положении) ограничивают поворот якоря. Пружина 11 предназначена для того, чтобы обеспечить необходимое нажатие и притирание контактов. Один из проводов 17 коммутируемой цепи подключается непосредственно к магнитопроводу. Второй провод 15 соединяется с неподвижным главным контактом 14. Для уменьшения переходных сопротивлений в шарнирных соединениях частей контактора последние шунтируются гибкими проводами 8. При таком способе соединения все металлические части контактора находятся под напряжением при включенном и при отключенном положении контактора.

Подвижной вспомогательный контакт представляет собой токопроводящую пластину 3, подвижно укрепленную в специальной обойме 5, изолирующей ее

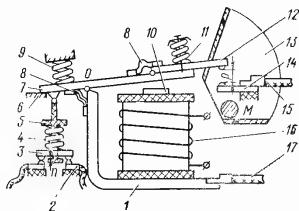


Рис. 8. Устройство контактора

от окружающих металлических элементов. Эта пластина (мостик) обеспечивает электрическое соединение неподвижных контактов 2, к которым подводятся провода. Необходимое нажатие контактов обеспечивается пружиной 4. При таком исполнении контактов провода коммутируемой цепи не связаны электрически с остальными (кроме мостика) металлическими частями контактора. Кроме того, этот тип контактов, обеспечивая двойной разрыв цепи, создает лучшие условия для дугогашения, чем контакты с одинарным разрывом.

Контакты 12 и 14, которые при притяжении якоря к сердечнику замыкаются, называются замыкающими. Контакты 2 и 3, которые при притяжении якоря размыкаются, называются размыкающими. К регулировочным характеристикам контактов относятся: раствор «р», провал «п» и нажатие. Раствором называется расстояние в свету между разомкнутыми контактами. Нажатие контактов определяется жесткостью пружин 4 и 11. При размыкании контактов под током между ними возникает электрическая дуга, повреждающая поверхности контактов. Для быстрого гашения дуги главные контакты контактора размещены в дугогасительной камере 13. Образовавшаяся дуга вследствие взаимодействия с полем магнита М вытесняется в узкую щель, образованную стенками дугогасительной камеры, выполненными из специального изоляционного материала, что способствует быстрому ее гашению.

Наличие в схеме вагона высоковольтных (электроотопление) и низковольтных цепей привело к необходимости применения контакторов, рассчитанных на разные напряжения.

Низковольтные контакторы 2КМ-002, КМ-517, КМ-12А предназначены для работы в цепях с рабочим напряжением 40—70 В.

Контактор 2КМ-002 (рис. 9) предназначен для коммутации цепей кипятильника и двигателя вентилятора. Контактор имеет магнитную систему клапанного типа. Перемещение якоря 1 к сердечнику 2 происходит при возбуждении катушки 12. Одновременно с ним перемещается подвижной главный контакт 18, электрическое соединение которого с корпусом контактора обеспечивается гибким проводом 4. Один провод коммутируемой цепи при помощи болтового соединения 11 соединяется с корпусом контактора, который

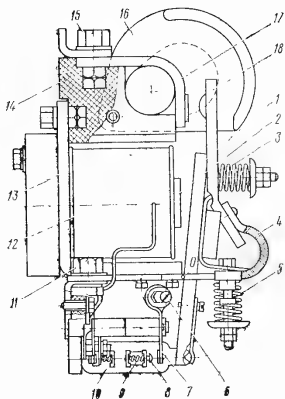


Рис. 9. Контактор 2КМ-002 (КМ-517)

Показатель	КМ-12 А(К1)		2КМ-002 (К3, К4, К5)		КМ-517(К2)		2КМ-010(К8, К9)	
	К о н т а к т ы							
	главный	вспомога- тельный	главный	вспомога- тельный	главный	вспомога- тельный	главный	вспомога- тельный
Длительный ток (постоян- ный), А	150	15	60	6	160	6	10,25	10
Номинальное напряжение (постоянное), В	50	50	50	50	40	40	3000	110
Раствор контактов, мм	5±0,5	6±1	6—8	3—3,5	5—7	2,5—3,5	22 ⁺² ₋₁	14±2
Провал контактов, мм	2,5±0,5	1,5±1	3,5±0,5	1,5—2,0	3,0—4,0	1,5—2,0	6 ⁺¹ _{-0,5}	3±1
Начальное нажатие, кгс	1,6±0,4	—	0,3—0,5	—	0,3—0,35	—	0,9 ^{+0,2} _{-0,1}	0,2 ^{+0,1} _{-0,05}
Конечное нажатие, кгс	3±0,4	0,15—0,3	0,6—0,8	0,15—0,2	1,0—1,2	0,15—0,2	1,5±0,3	0,3 ^{+0,1} _{-0,05}
Масса, кг	4,2		1,6		1,6		14	
Габаритные размеры, мм	196×145×161		180×134×95		180×66×160		350×480×102	

Примечание. В скобках указано обозначение контакторов на схеме вагона.

если катушка 3 последнего обтекается током. Перемещение якоря через связанную с ним скобу передается подвижной траверсе 5, а от нее через притирающие пружины 6 к подвижным главным контактам 7, закрепленным внутри траверсы. Выполнение этих контактов по типу мостиковых без дугогашения обусловлено тем, что контактор рассчитан на переключение силовой цепи практически в обесточенном состоянии. Возвращение траверсы в первоначальное положение обеспечивается отключающей пружиной 4.

К верхней части траверсы с помощью пружинных элементов крепятся пластины 16 подвижных вспомогательных контактов. Все подвижные, главные и вспомогательные контакты выполнены в виде токопроводящих пластин-мостиков с контактными напайками.

Неподвижные элементы 8 главных контактов через изолирующую прокладку 9 крепятся к магнитопроводу 14. Неподвижные элементы 12 вспомогательных контактов при помощи изолирующей планки 11 укреплены на скобе 15, ограничивающей свободный ход якоря. К неподвижным контактам при помощи болтов 10 (для главного) или винтов 13 (для вспомогательного) присоединяются провода коммутируемой цепи. Главные контакты, рассчитанные на разрыв цепей, практически в обесточенном состоянии, не имеют элементов дугогашения. Основные технические данные контакторов приведены в табл. 3.

Высоковольтные контакторы 2КМ-010 (рис. 11) предназначены для включения и отключения высоковольтных нагревательных элементов котла. Все узлы и детали контактора смонтированы на изоляционной пластмассовой панели 1. Панель имеет две опрессованные резьбовые втулки для крепления контактора. В нижней части панели смонтирован электромагнитный привод клапанного типа, состоящий из магнитопровода 2, катушки 3 с сердечником, поворотного якоря 12 и отключающей пружины 14. К магнитопроводу крепятся вспомогательные низковольтные контакты 13. Высоковольтная часть контактора состоит из подвижного 10 и неподвижного 7 контактов и системы дугогашения, катушки 6 с сердечником полюсов 5 и дугогасительной камеры 8. Подвижной контакт вместе с притирающей пружиной крепятся к якорю при помощи специального изолятора 11. Неподвижный контакт закреплен непосредственно на

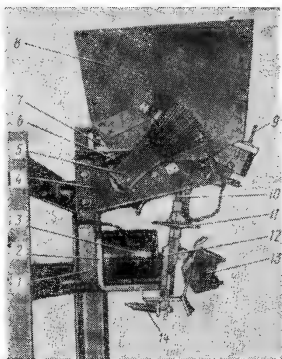


Рис. 11. Высоковольтный контактор 2КМ-010

несущей панели контактора. Все части системы дугогашения укреплены на горизонтальных изоляционных стойках 4. Для осмотра поверхностей контактов контактора необходимо поднять дугогасительную камеру, для чего должна быть освобождена специальная защелка 9. Данные контактора 2КМ-010 приведены в табл. 3.

При эксплуатации контакторов необходимо периодически проверять состояние контактных поверхностей силовых и блокировочных контактов. Частые подгары контактных поверхностей могут возникнуть в результате неправильной регулировки отключающих пружин. Подгоревшие контактные поверхности должны быть зачищены. Необходимо проверить состояние дугогасительной камеры и при необходимости очистить их от следов копоти и гари. Сопротивление изоляции низковольтных контакторов должно быть не ниже 0,5 МОм, а для высоковольтных 3 МОм.

5. Автоматические выключатели

Однополюсные автоматические выключатели (автоматы) предназначены для защиты цепей потребителей от перегрузок и коротких замыканий. Если возрастающий ток в защищаемой цепи достигает установленного значения, выключатель срабатывает, разрывая цепь питания. Механизм автомата, снабженный специальной рукояткой, позволяет производить ручную его включение и отключение.

Устройство автомата приведено на рис. 12. Провода защищаемой цепи подключаются к зажиму 1 и неподвижному контакту 4 авто-

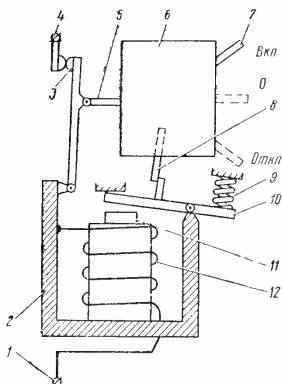


Рис. 12. Устройство автомата

мата. Ток нагрузки при замкнутых неподвижном и подвижном 3 контактах проходит по виткам отключающей катушки 12 и токопроводящей обложке 2. При протекании по катушке рабочего тока усилие, развиваемое магнитным полем сердечника 11, недостаточно для того, чтобы преодолеть усилие сжатой пружины 9 и притянуть якорь 10 к сердечнику. Если ток защищаемой цепи превысит уставку, то якорь, преодолев сопротивление пружины, притянется к сердечнику. В этом случае защелка 8 механизма 6 свободного расцепления, соскакивая с уступа якоря, освобождается и вызывает срабатывание всего механизма. Рычаг 5, шарнирно соединенный с подвижным контактом, втяги-

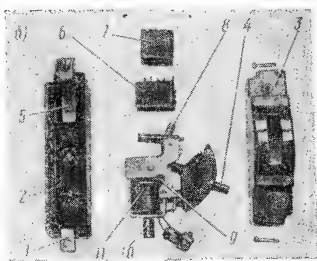
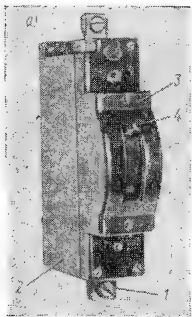


Рис. 13. Автоматический выключатель А63-МГ

вается внутрь, обеспечивая разрыв защищаемой цепи. Автомат дополнительно снабжен устройством, обеспечивающим чувствительность автомата к токам перегрузки. Действие устройства основано на том, что внутрь сердечника *11* вводят трубку, внутри которой находятся пружина и плунжер. Увеличение тока нагрузки выше допустимых значений вызывает перемещение плунжера внутри катушки, в результате чего облегчается притягивание якоря к полюсному наконечнику и срабатывание автомата.

Если ток перегрузки невелик, то автомат срабатывает после того, как плунжер подойдет вплотную к полюсному наконечнику: С увеличением тока перегрузки автомат начинает срабатывать еще до подхода плунжера к полюсному наконечнику. При большом токе автомат срабатывает до начала перемещения плунжера. Залитая в трубку кремнийорганическая жидкость замедляет движение плунжера и обеспечивает выдержку времени срабатывания с обратной зависимостью от тока перегрузки.

Рукоятка 7 автомата имеет три положения: «Вкл»; «0»; «Откл». В верхнем положении «Вкл» автомат включен. В случае автоматического срабатывания автомата его рукоятка становится в центральное положение «0». При ручном отключении рукоятка становится в нижнее положение «Откл». Благодаря механизму свободного расцепления скорость размыкания (или замыкания при включении) контактов не зависит от скорости перемещения рукоятки. Для включения автомата после автоматического отключения необходимо рукоятку из центрального положения «0» сначала перевести в нижнее «Откл», чем обеспечивается фиксация защелки, а только потом в верхнее положение «Вкл».

Пластмассовый корпус 2 (рис. 13, *a*) автоматического выключателя закрыт крышкой 3. Наружу выведены зажимы 1, к которым винтами крепятся провода защищаемой цепи, и рукоятка 4, позво-

ляющая вручную включать и отключать автомат. Внутри корпуса находятся (рис. 13, б) неподвижный 5 и подвижной 8 контакты, закрываемые дугогасительной камерой 6 с фибровой крышкой 7. В одном узле смонтированы отключающая катушка 11, механизм свободного расцепления, прикрытый корпусом рукоятки 4, якорь 9, трубка 10, внутри которой размещаются плунжер и пружина. Габаритные размеры автомата $134 \times 88 \times 28$ мм.

Каждый автомат характеризуется величиной номинального тока расцепителя I_n и временем срабатывания, зависящим от тока. При окружающей температуре $20-30^\circ \text{C}$ автомат, начинающий работать с «холодного состояния», не срабатывает в течение 1 ч, если ток равен $1,1 I_n$; в течение 30 мин, если ток равен $1,35 I_n$, и в течение 3—20 с, если ток $6 I_n$. Практически мгновенное отключение автомата наступает при токе отсечки, равном $7-13 I_n$.

В электрической схеме вагона установлены автоматические выключатели типа АБЗ-МГ с номинальным током 10, 16 и 25 А.

6. Переключатели, тумблеры, кнопки

Для переключений в электрических цепях вагона, а также для включения и отключения потребителей используются пакетные переключатели различных типов. Принцип действия переключателей одинаков.

Общий вид переключателя и его детали показаны на рис. 14.

Переключатель состоит из основания 2, на котором укрепляются секции 4 с неподвижными контактами 1 и подвижными пружинящими контактами 6 с фибровыми дугогасительными камерами 7. Секции имеют пазы под шпильки 3, при помощи которых они фиксируются по отношению к основанию. Секции надеваются на квадратную шпильку 5 приводного механизма. На секциях переключателя устанавливается металлическая шайба 13 с пазами для шпилек и фиксатор 14. После этого надевается на шпильки приводной механизм, состоящий из рукоятки 12, пружины 10, закрепленной в держателе 9, пружины со шпильками 8. Секции 4 со вставленными в

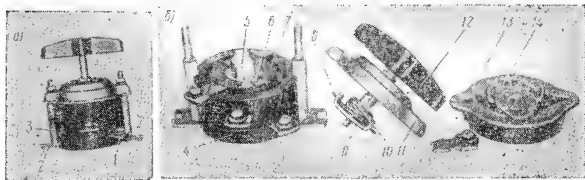


Рис. 14. Пакетный выключатель

них неподвижными контактами 1 закрываются крышкой 11, закрепляемой гайками шпилек.

При повороте рукоятки переключателя шпильки держателя пружины зацепляются с фиксатором и пружина закручивается. Шпилька с подвижными контактами пока не вращается, так как усилие пружины невелико. При повороте рукоятки на 90° (пружина полностью закручена) фиксатор поворачивает квадратную шпильку с достаточно большой скоростью, чем обеспечивается быстрое замыкание и размыкание контактов переключателя. Это особенно важно при размыкании контактов, так как при быстром разрыве контактов улучшаются условия дугогашения.

Обычно переключатели имеют четыре позиции. Например, переключателем В6 в электрической схеме вагона можно произвести следующие переключения: первое положение — все отключено; второе — обеспечен нормальный режим работы схемы; третье — произведена подача питания в подвагонную магистраль и четвертое — обеспечен прием питания от подвагонной магистрали.

На вагоне переключатели установлены в цепях люминесцентного освещения, лампами накаливания, управления контакторами двигателя вентилятора и обмотки управления магнитным усилителем (переключатель режимов заряда).

Переключатели могут быть установлены в цепях постоянного и переменного тока напряжением 220 и 380 В частотой 50—60 Гц.

В слаботочных цепях (до 5 А) используются переключатели типа тумблеров. В изоляционном корпусе тумблера располагаются неподвижные контакты с выводами и подвижные контакты, управляемые рукояткой через специальный быстродействующий механизм пружинного типа, обеспечивающий быстрое размыкание контактов независимо от скорости перемещения рукоятки тумблера. К неподвижным контактам тумблера подводятся провода электрической цепи.

На вагоне применяются тумблеры типа ТП-1-2, рассчитанные на ток до 2 А, и тумблеры типа ТВ-1-1 на ток до 5 А. Эти тумблеры могут применяться в электрических цепях с напряжением до 220 В. Они могут включать и отключать потребители мощностью 220 Вт.

Для управления реле и контакторами служат кнопки с возвратом. От пакетных переключателей и тумблеров они отличаются тем, что их контакты замыкаются или размыкаются только на время нажатия кнопки.

Принцип работы кнопки виден по кинематической схеме рис. 15.

При нажатии на кнопку толкатель 4 сжимает пружину 3 и подвижные контакты 2 замыкаются и размыкаются с не-

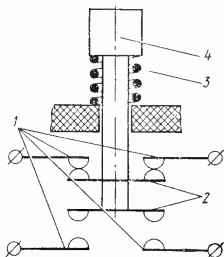


Рис. 15. Устройство кнопки

подвижными 1. Кнопки могут иметь как замыкающие, так и размыкающие контакты. Например, кнопка *Кн5* для пуска преобразователя люминесцентного освещения имеет два замыкающих контакта, а кнопка *Кн6* — один размыкающий (другой контакт кнопки не задействован). Перестановкой подвижных контактов их можно сделать замыкающими или размыкающими. Как правило, кнопки, предназначенные для пуска, имеют черный цвет, а отключающие — красный.

Номинальный ток кнопок, применяемых на вагоне, 6—6,3 А при напряжении 220 В переменного тока.

7. Реле

Реле — это аппарат, который замыкает одни (замыкающие) и размыкает другие (размыкающие) контакты под воздействием различных факторов: при подаче напряжения на катушку (промежуточные реле), при увеличении тока в цепи катушки выше заданной величины (токовые реле), после истечения определенного, заданного времени (реле времени), при повышении давления в резервуаре (реле давления) и др.

В схемах управления и защиты системы электрооборудования ЭВ.10.02.20 пассажирского вагона 61-425 применяются промежуточные реле и реле времени.

По принципу действия промежуточное реле похоже на электромагнитный контактор, но отличается большим количеством контактов, меньшими их размерами и отсутствием дугогасящих устройств.

Промежуточное реле состоит из контактной части и электромагнитного привода клапанного типа. Магнитопровод реле составляет ярмо 1 (рис. 16), на котором установлен сердечник 2 с катушкой 3. Якорь 4, укрепленный на ярме шарнирно, может поворачиваться в небольших пределах около точки О. Сжатая пружина 5 стремится повернуть его по часовой стрелке. В этом положении замыкающие контакты 7 разомкнуты, а размыкающие 6 замкнуты.

Если подать напряжение на катушку, то под действием усилий, возникающих от магнитного потока, якорь, преодолевая усилие пружины и поворачиваясь против часовой стрелки, притянется к сердечнику и контакты реле переключатся. Если снять напряжение с катушки, то под действием пружины якорь и контакты возвратятся в исходное положение. Конструкции применяемых промежуточных реле различны. Они отличаются рабочим напряжением, мощностью контактов, габаритными размерами. В системе ЭВ.10.02 наибольшее применение нашли промежуточные реле типа МКУ-48С. В качестве переключателя освещения (с люминесцентного на лампы накаливания) используется реле типа РП-23. В электронных блоках поставлены реле типа РМУ.

Рассмотрим устройство и работу промежуточных реле типов РП-23 и МКУ-48С.

На изоляционном основании 9 реле РП-23 (рис. 17) укреплена скоба 8, которая вместе с сердечником 2 и якорем 3 составляет магнитопровод. Изоляционная втулка 4 с контактными мостиками 5 (подвижными контактами) механически связана с якорем. Неподвижные контакты 6 соединены непосредственно с зажимами реле. Возвратная пружина 7 перемещает изоляционную втулку вверх. При подаче напряжения на катушку 1, посаженную на сердечник, якорь, притягиваясь к сердечнику, преодолевает действие пружины 7, перемещает втулку 4 с подвижными контактами вниз, производя тем самым переключения контактов. При снятии напряжения подвижная система реле возвращается в исходное положение.

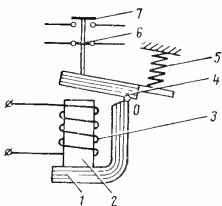


Рис. 16. Устройство промежуточного реле

Детали реле защищены съемным кожухом 10. Реле рассчитано на напряжение 48 В, а его контакты допускают ток 5 А. Оно срабатывает в течение 0,06 с. Масса реле около 0,7 кг.

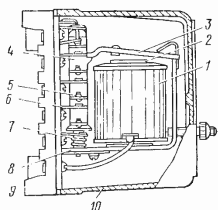


Рис. 17. Промежуточное реле РП-23

В системе ЭВ.10.02 устанавливаются также промежуточные реле типа МКУ-48С, имеющие меньшие габаритные размеры, чем реле типа РП. Конструкция этого реле показана на рис. 18. На скобе 8, являющейся основанием реле, установлена магнитная система с катушкой 7 и контактная часть реле. Магнитную систему составляют сердечник, расположенный внутри катушки, скоба 9 и якорь 6, отжимаемый пружиной вверх. Пружинами подвижные 4 и неподвижные 3 контакты собраны и закреплены на стойке 2. При возбуждении катушки якорь притягивается к сердечнику и его движение вниз через изолированный толкатель 5 передается подвижным контактам, одни из которых замыкаются, а другие размыкаются. Провода от зажимов реле припаяны к контактам 1. Верхние контакты соединены с обмоткой катушки. При снятии напряжения с катушки якорь и подвижные контакты возвращаются в исходное положение.

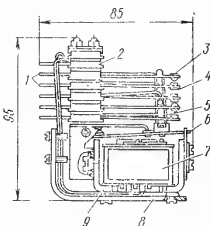


Рис. 18. Промежуточное реле типа МКУ-48С

Номинальное напряжение реле 48 В, сопротивление катушки 1900 Ом.

Реле времени применяются в электрических схемах тогда, когда нужно обеспечить определенную выдержку времени между двумя операциями. На вагоне 61-425 реле времени установлено в схеме управления работой вентилятора и пуска преобразователя для люминесцентного освещения.

В схеме управления вентилятором реле времени обеспечивает выдержку времени между второй и третьей ступенями регулирования, что исключает большие броски тока при переключениях. В схеме пуска преобразователя реле времени предотвращает ложное срабатывание защиты от пониженного напряжения, изменяя ее уставку на более низкий уровень.

Реле времени работает так же, как и промежуточное реле. Но в нем между моментом снятия (или подачи) напряжения и моментом переключения контактов имеется определенная регулируемая выдержка времени. Это обеспечивается наличием на его сердечнике медного демпферного кольца 4 (рис. 19), а на магнитопроводе 3 — медной гильзы 1. При фиксированных положениях реле (включенном или отключенном) медное кольцо, а также и гильза не оказывают никакого действия. Их действие сказывается после момента снятия или подачи напряжения. Если разорвать цепь катушки реле, то ток в ней прекращается. Соответствующее уменьшение магнитного потока вызовет в медном кольце и в гильзе э. д. с., под действием которой в них возникнет ток, поддерживающий магнитный поток.

Наличие медного кольца способствует медленному уменьшению магнитного потока, т. е. магнитный поток продолжает существовать еще некоторое время (до нескольких секунд) и удерживать якорь 5 в притянутом положении. Аналогичное действие оказывает медное кольцо и при подаче напряжения на катушку. Только в этом

случае в медном кольце наводятся токи, задерживающие возрастание магнитного потока, и соответственно притягивание якоря к сердечнику задерживается.

Чем больше сечение кольца и гильзы, тем больше выдержка времени. Выдержка зависит также от зазора между притянутым якорем и сердечником и от натяжения отключающей пружины 2.

Чем меньше зазор и чем меньше натяжение пружины, тем больше выдержка времени. Изменением этих параметров регулируют выдержку времени реле.

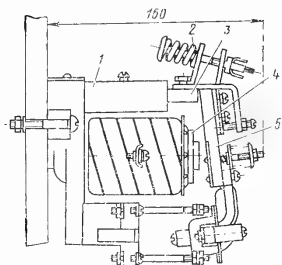


Рис. 19. Реле времени типа РЭВ-814

8. Предохранители

Предохранители предназначены для защиты электрических цепей (проводов и оборудования) от токов короткого замыкания и перегрузок. В электрических цепях вагона 61-425 в основном используются предохранители с плавкими вставками типов Пр и ПК.

Принцип действия предохранителей с плавкими вставками всех типов одинаков. Предохранитель ставится в защищаемую цепь так, что весь ток ее протекает через плавкую вставку, сечение и материал которой выбирается таким образом, что нормальный рабочий ток не оказывает на нее разрушающего действия. В случае нарушения нормальной работы цепи ток перегрузки или короткого замыкания расплавляет плавкую вставку предохранителя, тем самым электрическая цепь разрывается и обесточивается. Чем больше номинальный ток предохранителя, тем больше сечение плавкой вставки. Чем выше напряжение цепи, для которой предназначен предохранитель, тем длиннее корпус предохранителя.

Плавкие вставки предохранителей плавятся быстрее при большем протекающем по ним токе. Зависимость времени срабатывания плавких вставок от величины тока называют ампер-секундной характеристикой.

Предохранители типа Пр, рассчитанные на напряжение 220 В, используются для защиты силовых цепей потребителей большой мощности.

В качестве примера рассмотрим конструкцию одного из предохранителей типа Пр на ток свыше 60 А (рис. 20). Предохранитель состоит из патрона в виде фибровой трубки 1, служащего корпусом предохранителя и одновременно камерой, облегчающей дугогашение при расплавлении плавкой вставки 7, изоляционной втулки 2 с резьбой для колпачка 3, шайб 4 и 5 со специальными вырезами для контактных ножей 6. Плавкая вставка имеет два перешейка (показана вставка на ток 100 А). Чем меньше площадь поперечного сечения перешейка, тем при меньшем токе будет плавиться вставка и наоборот. Ширина перешейков калибруется на определенный ток при изготовлении плавких вставок. Вставки изготавливаются из листового цинка марки Ц0 или Ц1. Количество перешейков может быть более двух (у вставки на ток 60 А четыре перешейка).

Предохранители Пр устанавливаются вертикально. Контактные ножи предохранителя вставляются в пружинящие зажимы (пинцеты) контактных стоек, представляющих собой комплект токоведущих частей и деталей, установленных на изоляционной плите.

Предохранители Пр на ток до 60 А по конструкции не-

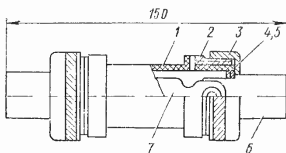


Рис. 20. Предохранитель типа Пр2 на ток свыше 60 А

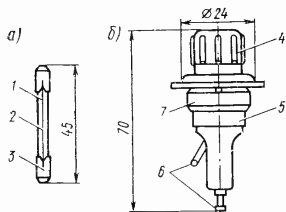


Рис. 21. Предохранитель типа ПК

сколько отличаются. У них отсутствуют контактные ножи. Их основной токопроводящей деталью служит колпачок, который вставляется в пружинящую дугообразную скобу контактной стойки, а плавкая вставка прижимается колпачком к торцам втулок.

Характеристики предохранителей типа Пр приведены в табл. 4.

Характеристики сняты с «холодного состояния» при температуре окружающего воздуха 20°С и вертикальном положении предохранителей. Патроны предохранителей Пр изготавливаются различных габаритов.

В патрон предохранителя могут устанавливаться плавкие вставки только определенного номинала. Если, например, по ошибке в патрон на 60 А установить вставку на 100 А, то при ее плавлении не обеспечатся условия для быстрого дугогашения, в результате чего может возникнуть авария в цепи. Сам предохранитель также может выйти из строя. Поэтому завышение плавкой вставки, так же как постановка некалиброванных вставок и «жучков», недопустимо. Ниже приведены номинальные значения патронов и плавких вставок к ним.

Номинальный ток патрона, А	Номинальный ток плавкой вставки, А						
15	6	10	15				
60	15	20	25	35	45	60	
100	60	80	100				
200	100	125	160	200			
350	200	225	260	300	350		

Для защиты электрических цепей вагона с небольшими (до 5А) токами применяются предохранители ПК с держателями ДПК-1 или ДПК-2. Эти предохранители с держателями могут применяться в цепях с напряжением до 220 В.

Предохранители типа ПК состоят из стеклянной трубочки 1 (рис. 21, а), металлических колпачков 3 и плавкой вставки

Таблица 4

Номинальный ток плавкой вставки, А	Отношение протекающего тока к номинальному, при котором плавкая вставка в течение 1 ч	
	не плавится	плавится
6 и 10	1,5	2,1
15, 20 и 25	1,4	1,75
От 35 до 350	1,3	1,6

2 в виде прямой проволочной нити, расположенной по оси трубочки и припаянной к колпачкам.

Предохранитель вставляется в корпус 5 (рис. 21, б) держателя ДПК и удерживается в нем зацепивающейся головкой держателя 4. К выводам 6 припаиваются провода защищаемой электрической цепи. Держатель устанавливается или вертикально, или горизонтально в панели и укрепляется при помощи гайки, накрученной на резьбу 7 корпуса 5.

Защитные характеристики предохранителей ПК приведены ниже. (Время от начала действия плавящего тока до расплавления плавкой вставки принято 10 с.)

Номинальный ток плавкой вставки, А	0,15	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Плавящий ток, А	0,3	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0

9. Резисторы

Резисторы широко используются в электрических цепях вагона. Резисторы бывают постоянные (сопротивление постоянно, изменить его нельзя), переменные (сопротивление можно свободно менять) и подстроечные (сопротивление можно менять, но с целью однократной отладки схемы).

В зависимости от материала, из которого изготовлена токопроводящая часть резисторов, они делятся на проволочные и непроволочные. Токопроводящую часть непроволочных резисторов изготовляют из специальных металлических сплавов высокого удельного сопротивления, оксидов металлов или иных полупроводниковых материалов. К особой группе непроволочных резисторов относятся терморезисторы (термисторы), у которых сопротивление значительно зависит от их температуры.

Резисторы различаются по сопротивлению и мощности, которые обозначаются на корпусе путем маркировки. Для переменных резисторов указывается значение сопротивления между его крайними выводами. Для терморезисторов, у которых величина сопротивления зависит от температуры, сопротивление указывают для температуры 20° С.

На корпусе указывается также тип резистора. Маркировка резистора, например ПЭВ-7,5-15 10%, означает: проволочный, эмалированный, влагостойкий, с мощностью рассеяния 7,5 Вт, номинальным сопротивлением 15 Ом и допускаемым отклонением $\pm 10\%$. Расшифровка маркировки резисторов типа ПЭВР аналогичная, а буква Р означает — регулируемый.

Проволочный эмалированный резистор представляет собой керамическую трубку 1 (рис. 22, а и б), на которую намотана проволока 2 с высоким удельным сопротивлением (константовая или нихромовая). Снаружи проволока покрыта теплоустойчивой неорганической стеклокерамикой 3, которая предохраняет витки от замыкания, за-

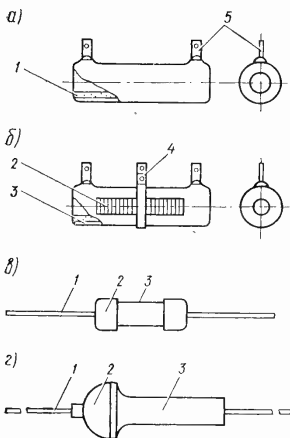


Рис. 22. Резисторы:

а — эмалированный нерегулируемый ПЭВ;
 б — эмалированный регулируемый ПЭВР;
 в — металлопленочный МЛТ; г — термо-
 резистор ММТ-4

грязнения, влаги и механических повреждений. Выводы концов обмотки резистора типов ПЭВ и ПЭВР выполнены в виде латунных пластинок 5 с отверстиями для подайки проводов схемы. Резисторы типа ПЭВР отличаются от резисторов типа ПЭВ тем, что у них имеется хомут 4, обхватывающий резистор и который можно передвигать вдоль него. Для осуществления контакта между хомутиком и витками резистора на его корпусе имеется очищенная от стеклоэмали дорожка. С изменением положения хомутки меняется сопротивление резистора. Эти резисторы выпускаются с отклонением сопротивления от номинала ± 10 или $\pm 5\%$ и для температуры окружающей среды 40°C . Если она превышает 40°C , мощность по сравнению с номинальной снижается на 3,5—4% на каждые 10°C увеличения температуры свыше 40°C .

В цепях с небольшой мощностью (например, в блоке) используются непроволочные резисторы, в основном типа МЛТ (металлопленочный, лакированный, терлостойкий).

Резистор представляет собой керамическую трубку 3 (рис. 22, в), на поверхность которой нанесен тонкий слой металлического сплава, обладающего высоким удельным сопротивлением. Изменяя состав сплава и площадь сечения слоя покрытия, получают различные сопротивления. На концы трубок с проводящим слоем напрессованы металлические колпачки 2 с проволочными выводами 1. Трубки вместе с колпачками покрыты влагостойким лаком.

Резисторы типа МЛТ допускают длительную эксплуатацию при нагрузке их полной номинальной мощностью. Активное сопротивление резистора уменьшается с уменьшением частоты переменного тока.

Резисторы типа ММТ относятся к полупроводниковым терморезисторам (термисторам), сопротивления которых существенно зависят от температуры. Маркировка терморезистора, например ММТ-4-а-1к 10%, расшифровывается как медно-марганцевый терморезистор 4-го типа (бывают ММТ-1, ММТ-6 и т. д.) с номинальным сопротивлением 1 кОм и допускаемым отклонением $\pm 10\%$.

Термистор состоит из стержня, выполненного из полупроводникового материала и заключенного в литой герметичный цилиндрический металлический корпус 3 из красной меди (рис. 22, а). На стержень с двух сторон крепятся колпачки, причем один из них припаян к корпусу. Корпус, таким образом, служит выводом. От другого колпачка вывод 1 осуществлен через стеклянный изолятор 2. Для улучшения теплопередачи между корпусом и стержнем термистора внутреннее свободное пространство заполнено медной фольгой.

10. Конденсаторы

Конденсаторы C , применяемые в электрической схеме вагона, имеют различные назначения: для сглаживания пульсации выпрямленного напряжения (рис. 23, а) на нагрузке R_H ; для защиты контактов K контакторов и реле от подгара при их размыкании (рис. 23, б); для компенсации индуктивного падения напряжения в электрических цепях переменного тока (рис. 23, в) нагрузки R_H ; для сохранения параметров электрической цепи (общее сопротивление цепи) при изменяющейся частоте переменного тока и пр.

Принцип действия конденсатора состоит в том, что при подаче напряжения на его обкладки, он, заряжаясь, накапливает заряд. При замыкании его электродов он начинает разряжаться, отдавая свой заряд. Простейший конденсатор содержит две обкладки, изолированные друг от друга и заключенные в металлический корпус. В ряде конденсаторов одна из его обкладок (электродов) соединяется с корпусом. Емкость конденсатора зависит от поверхности обкладок и расстояния между ними. Чем больше поверхность и меньше расстояние между обкладками, тем больше емкость конденсатора. Изоляция между обкладками определяет величину напряжения, с которыми может работать конденсатор. В зависимости от технического назначения обкладки конденсаторов и материал диэлектрика между ними могут быть различными. В зависимости от этого они имеют различную общую конструкцию.

Конденсаторы классифицируют по типу (конструктивному исполнению), номинальному рабочему напряжению, номинальной емкости и по классу точности.

Тип конденсатора определяется материалом диэлектрика. Диэлектрик может быть бумажным, слюдяным, пленочным, керамическим, электролитическим, стеклоэмалевым и пр.

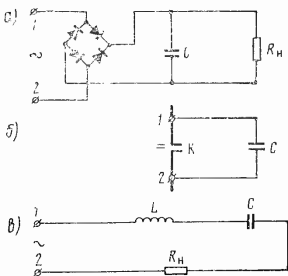


Рис. 23. Схема включения конденсаторов

Для большинства типов конденсаторов номинальное напряжение указывают по напряжению постоянного тока. Допустимое напряжение переменного тока меньше номинального рабочего напряжения постоянного тока.

Класс точности определяет наибольшее возможное отклонение действительной емкости от указанной на нем номинальной емкости. Конденсаторы имеют соответствующую маркировку с указанием типа, величины номинального напряжения, емкости и класса точности.

Конденсаторы типов МБГО, МБГЧ и МБМ, применяемые в электрических цепях вагона, относятся к конденсаторам с металлобумажным диэлектриком.

Буквы в маркировке конденсаторов означают: М — металлический, Б — бумажный, Г — герметизированный, О — с одностойным диэлектриком, Ч — частотный и др.

Маркировка конденсатора, например МБГО-2-300-20-И, означает: металлобумажный, герметизированный, с одностойным диэлектриком (цифра 2 означает модификацию способа крепления), с номинальным напряжением 300 В, номинальной емкостью 20 мкФ и с допускаемым отклонением по второму классу точности, что соответствует $\pm 10\%$.

В конденсаторах данного типа в качестве диэлектрика применяется конденсаторная бумага толщиной 5—15 м. Обкладками конденсатора являются слои металла толщиной в сотые доли микрона, нанесенные на одну сторону бумаги. Две такие металлизированные бумажные полосы наматываются в рулоны, причем таким образом, что каждая из полос своим металлическим слоем выходит в противоположные торцы рулона. На торцы наносится слой расплавленного свинца и олова и к ним подпаиваются выводы. Если необходимо получить конденсатор с большей емкостью, то он собирается из нескольких рулонов, которые соединяются параллельно.

Для герметизации рулоны помещают в металлический корпус. Конденсаторы типа КБГ МН относятся к бумажным конденсаторам и не имеют принципиального отличия в устройстве от металлобумажных конденсаторов за исключением того, что обкладками конденсатора является фольга.

Наиболее частым видом повреждений конденсаторов является пробой — замыкание его обкладок. Такое повреждение, как правило, искажает работу электрических цепей и легко обнаруживается. Реже в конденсаторах наблюдается обрыв цепи (между выводом и электродом), что может длительное время оставаться незамеченным.

11. Электроизмерительные приборы

Контроль за режимом работы системы электроснабжения осуществляется с помощью вольтметра и амперметра, размещенных на лицевой панели пульта управления.

Вольтметр предназначен для контроля за напряжением, подаваемым к потребителям и к аккумуляторной батарее. Амперметр служит для замера токов потребителей и аккумуляторной батареи. В контролируемые цепи включаются измерительные шунты. Каждый шунт представляет собой низкоомное (десяти тысячные доли ома) сопротивление. При протекании постоянного тока падение напряжения в шунте измеряется прибором (милливольтметром), шкала которого отградуирована в амперах применительно к определенному типу шунта.

Примененные в схеме электронизмерительные приборы типа М4200 магнитоэлектрической системы предназначены для работы в цепях постоянного тока. По устойчивости к механическим воздействиям они относятся к группе В2, рассчитанной на применение в передвижных установках. Вольтметр класса точности 1,5 может измерять напряжение до 75 В. Амперметр, имеющий одинаковые с вольтметром массу (0,2 кг) и габаритные размеры ($80 \times 80 \times 49$ мм), совместно с шунтом может измерять токи до 200 А. Каждый шунт типа 75 ШС при токе 200 А имеет падение напряжения 75 мВ между измерительными зажимами, к которым подключается амперметр. С проводами контролируемых цепей каждый шунт соединяется при помощи болтовых соединений.

12. Выпрямители

Наличие двух электрически не связанных между собой обмоток генератора вызвало необходимость ставить в цепь каждой обмотки отдельный выпрямитель.

Выпрямители предназначены для преобразования переменного напряжения генератора в постоянное, необходимое для заряда аккумуляторной батареи и питания вагонных потребителей.

Основной выпрямитель (рис. 24) выполнен на базе шести диодов Д1—Д6, включенных по схеме трехфазного моста. Трехфазное напряжение (e_1 —3, e_3 —2; e_1 —2) основной обмотки (выводы 1С3, 1С2, 1С1) генератора подводится к общим точкам (8, 9, 4) каждой пары диодов (Д1—Д4, Д2—Д5, Д3—Д6). Выпрямленное напряжение U_n снимается с общей точки диодов Д4, Д5, Д6 и с общей точки диодов Д1, Д2, Д3. Это напряжение обеспечивает питание всех вагонных потребителей, составляя одновременно основную долю напряжения для заряда аккумуляторной батареи.

Дополнительный выпрямитель выполнен на базе двух диодов Д7 и Д8 (рис. 25) по более простой схеме, обеспечивающей двухпульсовое выпрямление при питании от дополнительной обмотки генератора (выводы 2С1 и 2С3) с нулевым выводом (2С2). Выпрямленное напряжение ΔU_n снимается с нулевого вывода обмотки генератора и с общей точки диодов Д7 и Д8.

Оба выпрямителя смонтированы внутри металлического подвагонного ящика, подвешиваемого снаружи под вагоном при помощи

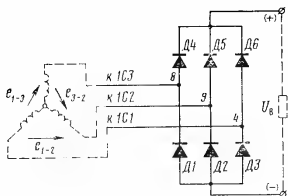


Рис. 24. Схема основного выпрямителя

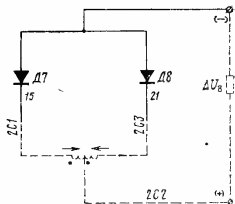


Рис. 25. Схема дополнительного выпрямителя

четырёх болтов М12. С наружной стороны ящик закрывается крышкой с резиновым уплотнением и с четырьмя замками. Из ящика с внутренней стороны наружу выступают радиаторы охлаждения, обдуваемые при движении вагона встречным потоком воздуха. Для ограничения доступа к радиаторам последние ограждены специальной металлической сеткой.

Внутри ящика (рис. 26) вместе с шестью диодами 8 основного и двумя диодами 9 дополнительного выпрямителей помещены: магнитный усилитель 2, элементы 1 защиты от повышения напряжения и панель 6 с $R-C$ цепочками, служащими для защиты диодов от коммутационных перенапряжений. Соединение диодов со схемой вагона и генератором обеспечивается проводами 4 и шинами 3. Ввод проводов внутрь металлического кожуха осуществляется через две

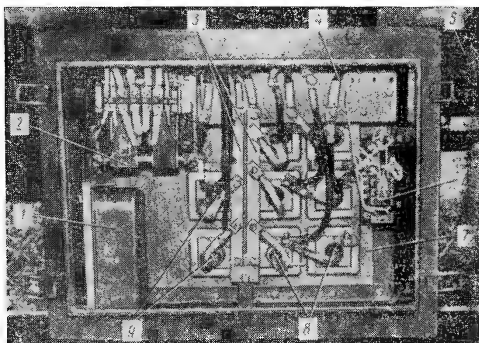


Рис. 26. Размещение выпрямителей внутри ящика

трубы 5, приваренные к боковой стороне ящика. Все диоды с охладителями укреплены на изоляционной панели 7.

Диоды под влиянием протекающего по ним тока нагреваются. Для охлаждения каждый диод 6 (рис.27) ввернут в ребристый, алюминиевый охладитель 1. Напряжение к диоду подводится через гибкий шунт и через охладитель. При таком способе включения охладитель является токопроводящим элементом схемы. Крепление охладителя на изоляционной панели 2 осуществляется при помощи металлических рамок 3, резиновых уплотнений 4 и четырех болтов 5. Такое крепление обеспечивает одновременно и герметизацию внутреннего пространства ящика. Используемые в схеме диоды типа В2-200-8Б имеют номинальное обратное напряжение 800 В, допускаемую нагрузку без обдува 50 А, а с обдувом потоком воздуха со скоростью 4,5 м/с 160 А*.

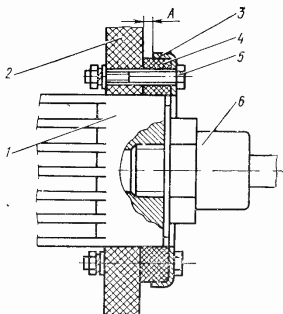


Рис. 27. Крепление диода и охладителя

На ранне выпускавшихся вагонах основной выпрямитель также монтировался в отдельном ящике, размещенном под вагоном. Дополнительный выпрямитель вместе с магнитным усилителем устанавливался в вагоне в распределительном шкафу.

Одним из основных условий надежной работы выпрямителя в эксплуатации является постоянный надзор за герметичностью ящика и состоянием изоляции. Проверка состояния изоляции выпрямителя при технической ревизии должна проводиться один раз в полгода. Сопротивление изоляции, замеренное мегомметром 500 В между токоведущими частями и кожухом при отсоединении всех проводов от выпрямителя, должно быть не менее 1 МОм.

13. Магнитный усилитель

Потребители электроэнергии вагона (освещение, вентиляция, нагревательные элементы и пр.) получают питание через выпрямитель от основной обмотки генератора, напряжение которого поддерживается стабильным (на уровне 50 ± 3 В) при помощи полупроводникового регулятора напряжения генератора. Заряд аккумуляторной батареи осуществляется при повышенном напряжении, величина которого определяется суммарным выпрямленным напряжением

* Относится к вентилям Д1—Д6, соединенным по трехфазной мостовой схеме.

от основной и дополнительной обмоток генератора. Главную роль в автоматическом регулировании режима заряда аккумуляторной батареи играет магнитный усилитель.

Магнитный усилитель представляет собой магнитопровод с рабочей обмоткой и обмотками управления. На рис. 28 показан магнитный усилитель с трехстержневым магнитопроводом 1, на центральном стержне которого имеется рабочая обмотка 2 и обмотка управления 3. Через рабочую обмотку от источника тока U протекает переменный ток нагрузки (резистора R_n), величину которого следует регулировать обмоткой управления.

Обмотка управления получает питание от источника постоянного тока U_y . Изменением величины тока в обмотке управления регулируется величина рабочего тока в резисторе R_n . Ток в рабочей цепи зависит от сопротивления нагрузки и от сопротивления рабочей обмотки усилителя. В свою очередь сопротивление обмотки усилителя определяется в основном индуктивностью, а она зависит от суммарного магнитного потока в магнитопроводе, т. е. от степени его магнитного насыщения.

Рассмотрим режим, когда ток в обмотке управления отсутствует. В этом случае магнитный поток в магнитопроводе, определяемый только ампер-витками рабочей обмотки, небольшой, магнитопровод не насыщен, индуктивное сопротивление рабочей обмотки велико и соответственно ток в цепи нагрузки будет наименьшим.

Если через обмотку управления будет протекать ток, то в магнитопроводе появится магнитный поток, созданный током в обмотке управления. В один полупериод, когда магнитные потоки от рабочей обмотки будут совпадать с магнитным потоком от управляющей обмотки, суммарный магнитный поток станет больше и сердечник окажется ближе к области насыщения. В результате этого индуктивность и индуктивное сопротивление рабочих обмоток уменьшатся и соответственно ток в рабочей цепи увеличится. В другой (нерабочий) полупериод направления рабочего тока и магнитного потока изменятся на противоположные. Тогда магнитный поток от рабочей

обмотки будет противоположен потоку от управляющей обмотки и ток в рабочей обмотке будет небольшой (примерно такой же, как до включения обмотки управления). При значительном увеличении тока в обмотке управления в первый полупериод от большого суммарного магнитного потока магнитопровод еще больше насытится, индуктивность и индуктивное сопротивление рабочей обмотки уменьшатся и ток в рабочей цепи увеличится еще больше.

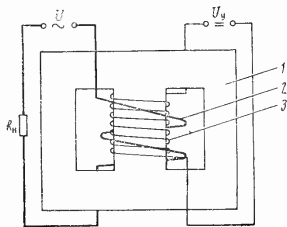


Рис. 28. Устройство магнитного усилителя

Обычно количество витков обмотки управления в несколько раз превышает количество витков рабочих обмоток. Поэтому небольшое изменение (увеличение) тока в обмотке управления приводит к значительно-му изменению (увеличению) тока в рабочей цепи. Небольшое уменьшение тока управления вызывает существенное уменьшение тока в рабочей цепи. Таким образом ток в рабочей цепи можно регулировать путем изменения тока в обмотке управления.

Если вместо резистора R_n использовать аккумуляторную батарею и питать ее через выпрямитель, то такая схема будет отражать принцип работы усилителя в цепи заряда батареи на вагоне. Отличие применяемого на вагоне усилителя типа 2УМ004.Э от описанного состоит в том, что у него имеются две рабочие обмотки $H4-K4$ и $H5-K5$ (рис. 29), а не одна. Эти рабочие обмотки размещены на разных магнитопроводах, что исключает взаимное влияние их магнитных потоков, а обмотка управления $H3-K3$ является общей на оба магнитопровода. Кроме того, в усилителе имеется обмотка подмагничивания $H1-K1$ и обмотка смещения $H2-K2$ (буквы H и K обозначают соответственно начала и концы обмоток).

Усилитель типа 2УМ004.Э (рис. 30) состоит из катушки 2 с рассмотренными выше обмотками, двух магнитопроводов 3 и зажимной панели 1. Узлы усилителя стянуты между собой шпильками. Выводы обмоток закреплены на зажимной панели винтами. Крепление усилителя осуществляется с помощью двух угольников 4.

Магнитопроводы собраны из тонких листов электротехнической стали. Каждый из листов покрыт тонкой пленкой окиси, обладающей малой электропроводностью, что предотвращает возникновение больших вихревых токов. В результате этого не происходит ослабления

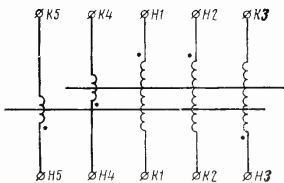


Рис. 29. Схема магнитного усилителя типа 2УМ004.Э

Таблица 5

Показатель	Обмотки			
	рабочая $H4-K4, H5-K5$	управления $H3-K3$	подмагничи- вания $H1-K1$	смещения $H2-K2$
Напряжение, В	50	50	50	50
Ток, А	33	0,4	140	0,2
Частота, Гц	70—400	—	—	—
Сопротивление, Ом	—	366 ± 18 -30	—	$11 \pm 0,6$ $-0,9$
Марка провода и се- чение, мм ²	ПБД $2,44 \times 6,4$	ПЭВ-2 0,55	МГМ 15×16	ПЭВ-2 0,55
Количество витков	21	1000	0,5	300

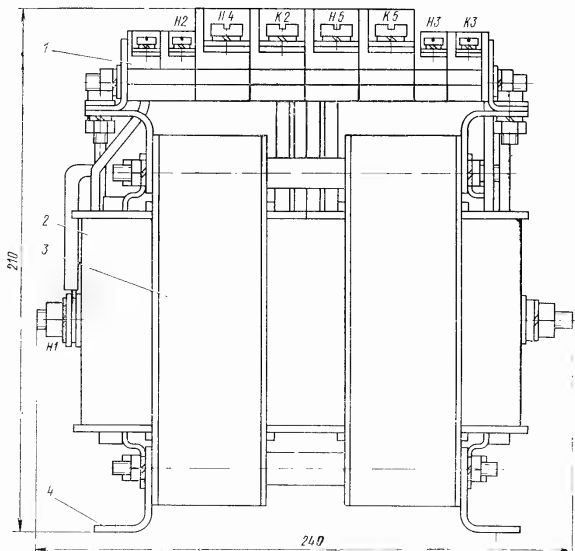


Рис. 30. Магнитный усилитель

магнитного потока в магнитопроводе и уменьшаются потери энергии в магнитопроводе.

Технические данные усилителя 2УМ004.Э приведены в табл. 5. На выпускаемых вагонах устанавливаются магнитные усилители различных модификаций. Все они имеют одинаковый зажимной блок и одинаковые обозначения. Однако маркировка проводов, подходящих к зажимам от обмоток магнитного усилителя, различна (табл. 6).

Таблица 6

Тип аппарата	Покрыв- тие магнитопроводов	Маркировка выводов									
		H1	K1	H2	K2	H3	K3	H4	K4	H5	K5
2УМ004	Эмаль ГФ-245 темно-серая	16	23	22	16	28	17	2С3	15	2С1	39
2УМ004.Э	Эмаль ГФ-92-ХС серая	41	43	31	41	35	33	2С3	23	2С1	15
2УМ004.1	Эмаль ГФ-245 темно-серая	41	43	31	41	35	33	2С3	23	2С1	15

14. Дроссель

Переключающее устройство вместе с контактором *KI* переводит питание нагрузок при разгоне поезда с батареи на генератор, а при замедлении — обратно. Эти переключения происходят при определенной скорости движения вагона, при которой наступает или прекращается резонанс напряжений на элементах фильтра переключающего устройства, в результате чего переключаются вначале электронное реле фильтра *У4*, а затем контактор *KI* (см. рис. 59). Переключение реле и контактора *KI* зависит также и от количества подключенных потребителей (тока нагрузок). Чем больше ток нагрузок, тем при более высокой скорости движения вагона происходит переключение и наоборот.

Для изменения условий возникновения или прекращения резонанса напряжений в фильтре переключающего устройства, при котором переключаются реле фильтра и контактор, и обеспечения зависимости их переключения от тока нагрузок служит дроссель типа 2ДР-005, входящий в фильтр как один из его элементов.

Параметры дросселя подобраны таким образом, что включение контактора *KI* происходит в то время, когда генератор может полностью обеспечить питание подключенных потребителей и заряд аккумуляторной батареи, т. е. когда его основная трехфазная обмотка через выпрямитель *Д1—Д6* работает на нагрузке параллельно с аккумуляторной батареей. При таких условиях облегчается процесс переключения на заряд (размыкающие контакты контактора *KI* разрывают незначительный ток аккумуляторной батареи).

Рассмотрим принцип работы дросселя. Дроссель имеет две обмотки, намотанные на общий магнитопровод (рис. 31). Рабочая

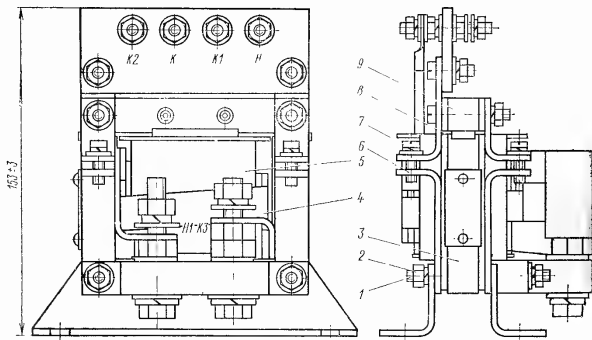


Рис. 31. Дроссель типа 2ДР-005

обмотка с выводами *H* и *K* (выводы *K1* и *K2* предусмотрены для возможности регулировки) подключается на переменное напряжение фильтра. Обмотка подмагничивания с выводами *H1* и *K3* включается последовательно в общий минусовый провод системы электроснабжения, т. е. через нее протекает общий выпрямленный ток всех подключенных нагрузок.

Как и в магнитном усилителе, индуктивное сопротивление рабочей обмотки, а следовательно, и ток, протекающий через нее, изменяются в зависимости от тока подмагничивающей обмотки. Поскольку через подмагничивающую обмотку протекает ток нагрузок, то он и определяет величину тока рабочей обмотки. Чем меньше суммарная нагрузка генератора, контролируемая подмагничивающей обмоткой, тем больше индуктивное сопротивление рабочей обмотки и меньше ее ток и наоборот. При большом сопротивлении рабочей обмотки (все нагрузки отключены) дроссель не насыщен, поэтому резонанс в фильтре наступит при меньшей скорости движения вагона. С увеличением нагрузок резонанс наступит при более высокой скорости.

Таким образом рабочая обмотка дросселя непосредственно участвует в образовании резонанса напряжений фильтра, а обмотка подмагничивания при прохождении через нее тока нагрузок сдерживает возникновение резонанса, чем обеспечивается зависимость переключения контактора *K1* от величины нагрузок.

Дроссель состоит из магнитопровода 3, набранного из Ш-образных пластин и собранных в пакет при помощи шпилек 1 и гаек 2. Верхняя часть 9 магнитопровода собрана из прямоугольных пластин. Эти детали соединены с помощью угольников 6, стянутых винтами 7. Между верхней частью 9 и Ш-образной частью магнитопровода имеется диэлектрическая прокладка 8. Величина зазора определяет ток рабочей обмотки, при котором наступает насыщение дросселя. На средней части магнитопровода в виде катушек размещены подмагничивающая обмотка 5 и рабочая обмотка 4. Подмагничивающая обмотка дросселя выполнена в виде шины марки МГМ сечением 2×10 мм и имеет 1,75 витка. Техническая характеристика рабочей обмотки дросселя приведена ниже.

Ток	0,7 А
Напряжение	70 В
Частота	700—400 Гц
Сопротивление при 20° С	4,9 Ом
Марка провода	ПЭВ
Количество витков	645

15. Аккумуляторная батарея

Аккумуляторная батарея (АБ) предназначена для питания потребителей вагона на стоянках и при малых скоростях движения поезда. (Аккумулятором называется такой прибор, который способен накапливать и сохранять электрическую энергию, а затем

отдавать ее обратно.) Заряд аккумуляторной батареи производится при движении вагона от подвагонного генератора через выпрямитель.

На вагоне аккумуляторную батарею заряжают от выпрямленного напряжения. При этом величина зарядного напряжения выбрана так, чтобы обеспечивался полный заряд аккумуляторной батареи до номинальной ее емкости и при этом расход электролита был минимальным. Если аккумуляторная батарея разряжена, то при заряде ток имеет наибольшее значение 70—90 А, который по мере заряда батареи снижается до 7—20 А. При низких температурах наружного воздуха увеличивается внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи. В этих условиях необходимо увеличивать зарядное напряжение. Для этого предназначено специальное устройство, обеспечивающее автоматическое или ручное изменение уровня зарядного напряжения.

Ток, протекающий через батарею как при заряде, так и при ее разряде, вызывает нагрев аккумуляторов. Это в холодное время года благоприятно отражается на работе батарей. В результате этого внутреннее сопротивление уменьшается, обеспечивается лучший заряд аккумуляторов и увеличивается емкость. Поэтому в зимних условиях следует не ограничивать работу потребителей на остановках поезда с тем, чтобы по аккумуляторам протекал разогревающий их ток.

На вагонах устанавливается батарея 38ТНЖ-250 или 38ТНЖ-350-У2. Цифра 38 означает число последовательно включенных элементов, буквы: Т — тяговый, Н и Ж — никель-железный; цифра 250 или 350 — номинальная емкость в ампер-часах при температуре электролита 20° С, буква У — климатическое исполнение; 2 — категория размещения. Никель-железный аккумулятор ТНЖ-350-У2 (рис. 32) состоит из стального корпуса 1, в котором расположены блок 8, содержащий 11 отрицательных пластин, и блок 3 с 10 положительными пластинами. Пластины собирают в блоки при помощи планки 4, являющейся выводным зажимом. Пластины собраны из специальных мелких коробочек (ламель), изготовленных из никелированной стальной ленты. Ламели заполнены активной массой и соединены в прочную неразборную конструкцию. Для улучшения контакта между ламелями и активной массой в массу добавляется графит. В стенках ламелей имеется множество отверстий для свободного доступа электролита к активной массе. Отрицательные и положительные пластины, составляющие блоки, размещают так, чтобы между двумя отрицательными пластинами находилась положительная. В никель-железном аккумуляторе

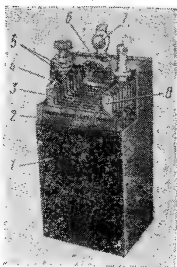


Рис. 32. Аккумулятор ТНЖ-350-У2

всегда на одну отрицательную пластину больше, чем положительных.

Положительные и отрицательные пластины изолированы друг от друга резиновыми шнурами 2. Шнуры прокладывают таким образом, чтобы они огибали отрицательные пластины в верхней, а положительные в нижней части. Зажимы изолированы от корпуса аккумулятора двумя изоляционными шайбами 5 и резиновой шайбой, установленной между ними. Заливочное отверстие 6, расположенное между зажимами, закрыто пробкой 7. Сборка аккумуляторов производится со стороны дна, после чего дно приваривается. Между дном и пластинами имеется пространство — место для вымывающейся активной массы, вследствие чего исключается появление внутренних замыканий между положительными и отрицательными пластинами при небольшом выпадании из ламелей активной массы.

Процесс заряда аккумуляторов сопровождается обильными выделениями газов. В результате образующихся пузырьков газа объем электролита в аккумуляторах увеличивается. Для предотвращения выплескивания электролита через заливочную горловину между блоком пластин и крышкой аккумулятора предусмотрено газовое пространство. Во время заряда электролит, увеличиваясь в объеме, заполняет газовое пространство, не выплескиваясь наружу. Для каждого типа аккумулятора установлен верхний предел наполнения электролита (например, для аккумуляторов типов ТНЖ-250 и ТНЖ-350-У2 этот предел составляет 35 мм от верхних кромок пластин). Для аккумуляторов типов ТНЖ-250 и ТНЖ-350-У2 нижний предел уровня электролита составляет 15 мм. При таком уровне в аккумуляторы необходимо долить дистиллированную воду. Понижение уровня электролита ниже установленного оголит верхние кромки пластин, что недопустимо, так как это приводит к уменьшению емкости аккумуляторов и их порче.

Для изоляции корпусов аккумуляторов друг от друга и от корпуса аккумуляторного ящика при их установке предусмотрены резиновые чехлы, которые надеваются на каждый элемент. Для предохранения от коррозии корпусы, выводы, зажимы и соединительные детали аккумуляторов никелируют. Корпусы, кроме того, покрывают щелочестойким лаком. В качестве электролита используется составной калиево-литиевый или натриево-литиевый электролит с плотностью 1,19—1,21 г/см³ для летнего и 1,24—1,26 г/см³ для зимнего периодов эксплуатации.

Аккумуляторная батарея размещается под вагоном с двух сторон в специальных металлических ящиках, имеющих открывающиеся крышки. Внутренняя поверхность ящиков покрыта щелочестойкой эмалью. Ящик имеет металлические патрубки для подвода проводов и отвода выделяющихся при заряде газов. Аккумуляторы устанавливают на деревянной или резиновой подкладке, плотно прижав друг к другу. После монтажа аккумуляторную батарею расклинивают деревянными клиньями.

Кроме батарей, в аккумуляторном ящике расположены датчики контроля температуры воздуха (терморезисторы), обеспечивающие вместе с электронными блоками автоматическое регулирование зарядного напряжения батарей.

Основные технические данные аккумуляторов типов ТИЖ-250 и ТИЖ-350-У2 приведены в табл. 7.

При соблюдении основных правил ухода щелочные аккумуляторные батареи работают в течение нескольких лет. В процессе эксплуатации возможны неисправности элементов, которые важно своевременно обнаружить и устранить. К основным неисправностям аккумуляторов можно отнести следующие: потеря емкости, выпучивание стенки сосудов, повышенный саморазряд и ненормальное выделение газов.

Потерю емкости отдельных элементов можно установить по быстрому общему снижению напряжения батареи на стоянках поезда. В пунктах формирования поездов и отстоя снижение емкости аккумуляторов может быть обнаружено путем замера напряжения каждого элемента при нагрузке включенных потребителей вагона в 40—50 А (на неисправных элементах напряжение будет значительно ниже, чем на остальных). Причиной снижения емкости аккумуляторов может являться: старый электролит с большим содержанием углекислых солей; длительная работа на электролите из едкого ка-

Таблица 7

Показатель	Аккумуляторы	
	ТИЖ-250	ТИЖ-350-У2
Номинальное напряжение, В	1,2	1,2
Номинальная емкость, А·ч	250	350
Зарядный ток (при заряде от стационарных источников), А	65	90
Длительность нормального заряда, ч	6	6
Разрядный ток 5-часового режима, А	50	70
Наименьшее допустимое напряжение при разряде током; В:		
5-часового режима	1,0	1,0
3-часового режима	0,8	0,8
Температура электролита при заряде, °С	35 (не более)	45 (не более)
Уровень электролита в аккумуляторах от верхней кромки блока пластин, мм	15—35	15—35
Количество электролита, необходимое для заливки, л	3	Около 3
Масса с электролитом и арматурой, кг	20,6	22
Габаритные размеры, мм	189×167×370	189×167×370

лия или натрия без добавки лития; несвоевременная доливка в аккумуляторы дистиллированной воды; систематический недозаряд батареи в эксплуатации; внутреннее короткое замыкание и систематический разряд слабыми токами.

Для восстановления емкости аккумуляторов необходимо его тщательно промыть, сменить электролит (с добавлением моногидрата лития); провести два-три усиленных заряда нормальным током в течение 10 ч; повысить сопротивление изоляции при установке на вагон, а также проверить зарядное устройство.

Причиной выпучивания стенок сосудов может служить неисправность пробки или разбухание пластин. Такой аккумулятор необходимо направить в ремонт. Если причиной выпучивания стенок явилось разбухание пластин, то необходимо разрядить аккумулятор током нормальной величины до 1 В, слить электролит и сжать его стенки прессом или тисками между двумя гладкими деревянными прокладками.

Наличие повышенного саморазряда в аккумуляторах можно установить следующим образом. Заряженные аккумуляторы оставляют в бездействии в течение трех суток. При этом, если электролит имеет температуру $-10; +20; +40^{\circ}\text{C}$, то емкость аккумуляторов не должна понизиться более чем на 4; 15 или 25% соответственно. Причиной большего снижения емкости могут явиться внутреннее короткое замыкание и примеси в электролите.

Ненормальное выделение газов (отсутствие или его чрезмерное выделение) по отношению к другим аккумуляторам может быть обнаружено при постановке аккумуляторной батареи на заряд от стационарных источников. Причиной его может являться внутреннее или внешнее короткое замыкание, глубокий предшествующий разряд или наличие примесей. Для устранения повышенного саморазряда и ненормального газовыделения необходимо промыть элементы, заменить электролит и произвести усиленный заряд.

В числе других неисправностей аккумуляторов являются образование солей, чрезмерный нагрев электролита и выводов, выделение пены из аккумуляторов, а также ненормальное напряжение (низкое при разомкнутой цепи и высокое при заряде). Перечисленные неисправности аккумуляторов являются, как правило, следствием плохого их содержания: плохой смазки вазелином металлических частей (перемычек, гаек и пр.), перелива электролита, плохого контакта в соединениях и органических примесей в электролите.

16. Электронагревательные элементы

На пассажирских вагонах электронагревательные элементы ТЭН (теплоэлектронагреватели) используются для нагрева воды в кипятильнике и в котле системы отопления. Принцип действия ТЭНов основан на нагреве проволоочной спирали при прохождении по ней тока. Тепло от спирали передается в нагреваемую среду.

В кипятильнике, устанавливаемом на вагоне, вмонтированы два боковых (условный номер 81) и один центральный (условный номер 78) ТЭНы, работающие от системы электроснабжения ЭВ.10.02 с напряжением 50 В. Общий вид одного из них показан на рис. 33.

Электрические провода, идущие от системы электроснабжения, подсоединяются гайками 7 к контактному стержню 3 нагревателя. К стержню 3 приварена проволочная спираль 2. Стержень 3 и гайки 7 с шайбами изолированы от металлической оболочки 1 изолятором 6. Изоляция спирали от оболочки осуществляется специальным наполнителем — периклазом 4, обеспечивающим также и передачу тепла от спирали к корпусу и далее в нагреваемую среду.

При изготовлении ТЭНов периклаз в виде песка засыпается в оболочку, а затем уплотняется и превращается в монолитную структуру. Для того чтобы периклаз не увлажнялся, производится герметизация ТЭНов герметиком 5, наносимым на поверхность уплотненного периклаза в процессе сборки. В качестве герметика используется специальная эмаль.

Наиболее частой неисправностью ТЭНов является замыкание спирали на корпус через увлажненный периклаз. В этом случае лампы, сигнализирующие о замыкании на корпус вагона, указывают на неисправность в электрической схеме. Если замыкание спирали произошло вблизи плюсового или минусового зажима, то сигнальные лампы будут указывать на неисправность как при включенном, так и при отключенном кипятильнике. Если замыкание произошло в середине элемента, то при включенном кипятильнике сигнальные лампы неисправность не покажут.

Вышедшие из строя один или два нагревателя можно обнаружить, замерив по щитовым приборам общий ток нагревателей при напряжении 50 В.

Неисправные ТЭНы ремонту не подлежат — они должны быть заменены новыми. Технические данные ТЭНов кипятильника приведены ниже.

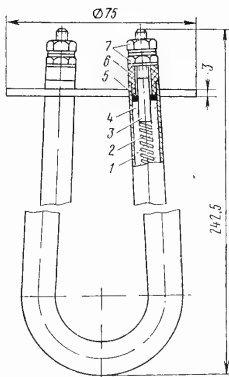


Рис. 33. Нагревательный элемент (ТЭН 78)

	ТЭН 78	ТЭН 81
Номинальная мощность, кВт	0,8	0,63
Номинальное напряжение, В	55	55
Длина, мм	245±2,9	322±3,3
Масса, кг	0,44	0,6

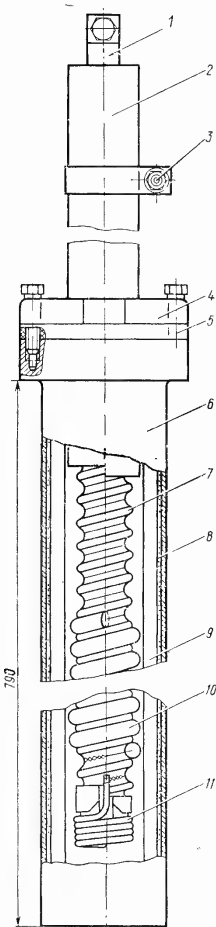


Рис. 34. Высоковольтный нагревательный элемент

Для нагрева воды в котле системы комбинированного отопления используются высоковольтные ТЭНы (рис. 34). Нагревательная спираль 10, навитая на полый носитель 7 спирали, одним концом соединена присоединительной скобой с зажимом 3, а другим с обратным проводом 11, проходящим внутри носителя спирали к зажиму 1.

Изоляция токоведущих частей от металлического корпуса 6 нагревателя осуществляется изоляционной втулкой 9, изолятором 2 и фланцами 4 и 5, также выполненными из изоляционного материала. Носитель спирали обеспечивает фиксированное положение спирали и изоляцию последней от обратного провода.

Тепло от спирали передается в воде через окружающее ее пространство (внутри оболочки), изоляционную втулку 9, графитовую оболочку 8, служащую для увеличения теплопередачи на корпус нагревателя.

Нагревательные элементы укрепляются на отопительном котле так, что нижняя их часть погружена в воду. К зажимам 1 и 3 подводится питание.

В котле установлены 24 нагревательных элемента, соединенных в четыре параллельные цепи. В каждой параллельной цепи — шесть последовательно включенных ТЭНов. К высоковольтной магистрали нагревателя подключаются контактором. Каждый нагревательный элемент имеет номинальную мощность 2 кВт при напряжении 500 В. Сопротивление в холодном состоянии $118 \pm 2,5 \text{ Ом}$.

Наиболее частым повреждением ТЭНов является перегорание спирали или нарушение контакта в месте спая спирали с обратным проводом. В этих случаях в местах обрыва цепи появляется полное напряжение (3—4 кВ), от которого возникает дуга, приводящая к выходу из строя элемента.

17. Поездные магистрали и межвагонные низковольтные и высоковольтные соединения

Под вагоном проложены: низковольтная магистраль 1 (рис. 35) напряжением 50 В, предназначенная для подачи питания в неисправный вагон от соседнего исправного вагона; высоковольтная магистраль 2 напряжением 3 кВ, предназначенная для подачи питания в цепи электрического отопления как от локомотива, так и от стационарного устройства в парках отстоя; магистраль 3 электропневматического тормоза.

Для предохранения от механических повреждений провода магистралей проложены в стальных трубах. Провода низковольтной магистрали 301 и 300 помещены в стальных трубах диаметром 3/4". Провод 301 проложен вдоль всего вагона, а провод 300, берущий начало из подвагонной коробки КМ-1, расположенной с тормозной стороны вагона, идет к распределительному шкафу. Провода заканчиваются в подвагонных коробках КМ-1 и КМ-2, установленных под концевыми балками с каждой стороны вагона. Концевые подвагонные коробки предназначены для соединения проводов магистралей с проводами межавтонных соединений.

Концевая подвагонная коробка состоит из корпуса 9 (рис. 36), смотровой крышки 3 с гайкой-барашком 2 и патрубка 4, закрепленного к корпусу винтами 5. Внутри корпуса винтами 10 укреплена изолированная панель 6 с зажимными винтами 8. На последние надеваются наконечники провода подвагонной магистрали 1 и провода 7 межвагонного соединения. Провод 335 межвагонного соединения (см. рис. 35) имеет на конце штепсельное соединение типа ШС-5м. Оно состоит из головки 1 (рис. 37), представляющей комбинированный разъем со штепселем-вилкой 2 и гнездом 9, закрепленными в корпусе головки гайками 3. С помощью этих же гаек к вилке и гнезду присоединен провод 4 межвагонного соединения, конец которого разведен на две части. Такое устройство межвагонного соединения объясняется двумя причинами. Во-первых, разъем получается уни-

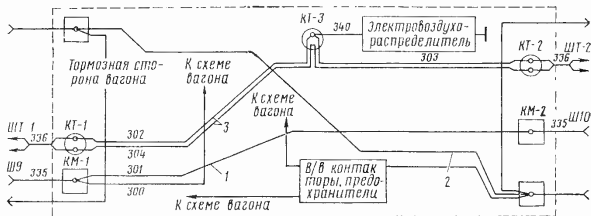


Рис. 35. Схема подвагонных магистралей

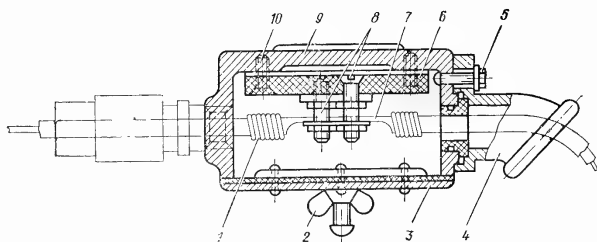


Рис. 36. Концевая подвагонная коробка КМ-1 (КМ-2)

фицированным, т. е. при любом положении торцовых сторон двух вагонов по отношению друг к другу обеспечивается соединение межвагонных магистралей, при котором штепсель-вилка и гнездо одного вагона соединяются соответственно с гнездом и штепсель-вилкой межвагонного соединения другого вагона. Во-вторых, за счет увеличения поверхности соприкасающихся контактов (вилка и гнездо соединены параллельно) обеспечивается лучшая токопроводность.

Для предохранения от пыли и грязи провод межвагонного соединения закрыт брезентовым рукавом 6, конец которого закреплен на фигурной втулке 7 с помощью шнура 5. Чтобы во время движения поезда провод межвагонного соединения не касался земли, на его средней части имеется хомут, за который он с помощью цепочки подвешивается к вагону. Если подвагонная магистраль не соединена с магистралью соседнего вагона, то головка межвагонного соединения должна быть вставлена в специальную холостую розетку.

Концы магистрального провода сечением 95 мм^2 находятся в концевых коробках (рис. 38). Концевая коробка состоит из корпуса 6, с одной стороны которой имеется прилив 7 для ввода провода магистралей 5 и вывода провода 8. Провода закреплены на специальной металлической шине 2 с помощью металлических планок 3 и гаек 4.

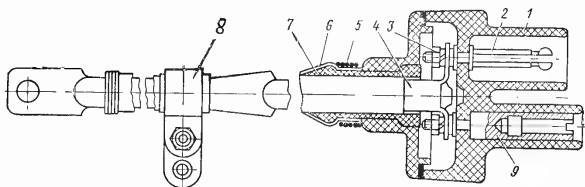


Рис. 37. Штепсельное соединение типа ШС-5м

Шина заканчивается внутри патрубку 1 в виде штепсельного гнезда. Для предохранения гнезда от пыли и грязи оно закрывается крышкой с пружиной. Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала на патрубке концевой коробки имеется специальный замок, который не позволяет разъединить магистрали без специального ключа. Ключ во время движения поезда находится у машиниста электровоза. Провод 8 межвагонного соединения имеет штепсель 1 (рис. 39). Внутри штепселя закреплен штырь-вилка с помощью специальной гайки. Провод межвагонного соединения покрыт резиновой изоляцией. Поверх резиновой изоляции проложен провод заземления, состоящий из четырех медных жил 3. Концы этих жил приварены к кольцу 2. При навинчивании металлического манжета 5 на штепсель 1 кольцо 2 плотно прижимается к корпусу штепселя, обеспечивая надежное его заземление. Снаружи провод межвагонного соединения закрыт брезентовым рукавом 4. Если провод межвагонного соединения не соединен с соседним вагоном, то штепсель должен быть вставлен в специальную холостую розетку. Эта розетка также имеет замок, не позволяющий производить снятие штепселя без специального ключа.

Магистраль электропневматического тормоза, состоящая из двух проводов 302 и 304 (см. рис. 35), проложена также под вагоном в стальных трубах диаметром 1/2". Провод 302 является рабочим про-

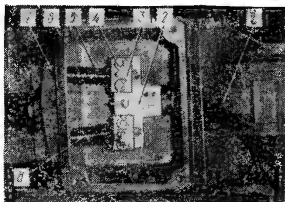


Рис. 38. Концевая подвагонная коробка высоковольтной магистрали

Таблица 8

Магистраль	Номер провода (см. рис. 35)	Сечение, мм ²	Маркировка на общей электрической схеме
Низковольтная	300	16	196
	301	16	196
	335	25	196
Высоковольтная Электропневматического тормоза	—	95	533
	302	2,5	1
	303	2,5	1
	304	2,5	2
	336	—	I или 2*
	340	2,5	1

* С тормозной стороны маркируется 1, с нетормозной — 2.

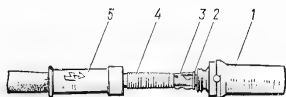


Рис. 39. Штепсель высоковольтной магистрали

водом и через него осуществляется подача питания в электро-воздухораспределитель. Провод 304 является контрольным и служит для проверки целостности цепи электропневматического тормоза.

Концы проводов магистрали электропневматического тормоза находятся в коробках *КТ-1* и *КТ-2* с каждой стороны вагона. Магистраль электропневматического тормоза заканчивается соединительным рукавом (провод 336) с контактами *ШТ-1* и *ШТ-2*. Соединительный рукав с контактами выполняется комбинированным с воздушным рукавом тормозной магистрали. При соединении воздушных рукавов между вагонами контакты *ШТ-1* и *ШТ-2* замыкаются автоматически. Соответствующие маркировки проводов схемы (см. рис. 35) и общей принципиальной электрической схемы, а также их сечения показаны в табл. 8.

18. Светильники и их арматура

В зависимости от назначения на вагоне установлены различные светильники: люминесцентные, комбинированные, с лампами накаливания и др. Общая схема расположения светильников приведена на рис. 40; типы устанавливаемых на вагоне светильников, ламп и их назначение — в табл.9.

Таблица 9

Типы светильников	Назначение и место установки	Типы ламп	Обозначения ламп (см. рис. 40)
BC-1×40-M2	Люминесцентное освещение купе и прохода	ЛБ-40	Л30÷Л48
Конструкция КВЗ	Ночное (или аварийное) освещение купе и прохода	Ж54-25	Л52÷Л70
	Освещение с тормозного и нетормозного конца вагона: тамбуров, малых коридоров, туалетов, служебного отделения	Ж54-40	Л85÷Л86, Л80÷Л83, Л77÷Л78, Л75, Л76, Л26
	Купе проводников	Ж54-25	Л87
	Освещение котельной	Ж54-25	Л84
СЖ-1	Освещение фонарей тормозного и нетормозного конца вагона	Ж54-40	Л7÷Л12
Посадочные фонари	Освещение номерного знака вагона	Ж54-10	Л24÷Л25
Без светильника	Освещение чердачного помещения с машинным преобразователем	Ж54-25	Л79

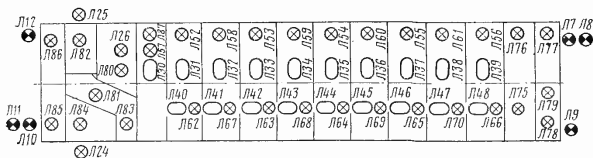


Рис. 40. Расположение светильников на вагоне

Светильник типа ВС-1×40-М2 состоит из корпуса 1 (рис. 41, а), на котором находятся два кронштейна 2. К ним при помощи винтов 3 крепится откидная панель 7 с пускорегулирующей аппаратурой. Размещение пускорегулирующей аппаратуры на панели показано на рис. 41, б. Аппаратура состоит из конденсаторов 13 и 15 и дросселя 14. Подводка проводов к пускорегулирующей аппаратуре и к лампе накаливания 4 осуществлена при помощи клеммных колодок 16. Панель 7 в откинутом положении удерживается крючками 10. К панели 7 крепится лампа 4, вставленная в патрон 5 типа Свана. С паружной стороны панели 7 при помощи держателей 8 закреплена люминесцентная лампа 6 типа ЛБ-40. Светильник закрыт рассеивателем 11, который удерживается в закрытом положении с помощью двух винтов 12. При вращении винтов 12 на 90° открываются замки и рассеиватель поворачивается на петле 9, открывая доступ к лампе.

Светильник конструкции Калининского вагоностроительного завода (рис. 42) состоит из корпуса 7, внутри которого имеется кронштейн 1 для удержания лампы. На кронштейне укреплен ниппель 2 и патрон 3, в который вставляется лампа 4. Светильник закрыт крышкой 5 со стеклом 9. В закрытом состоянии крышка удерживается при помощи запора 6. При вращении запора на 90° открыв-

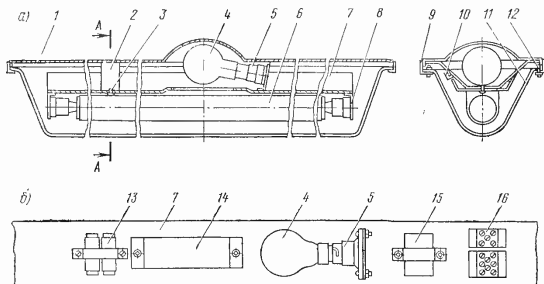


Рис. 41. Светильник ВС-1×40-М2

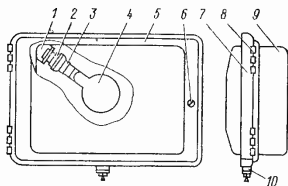


Рис. 42. Светильник конструкции Калининского вагоностроительного завода

вается замок и крышка со стеклом поворачивается на петлях 8, открывая доступ к лампе. На корпусе находится тумблер 10, включающий и отключающий лампу светильника (тумблеры имеются не на всех светильниках).

Светильник типа СЖ-1 имеет фигурный металлический корпус 7 (рис. 43). Внутри корпуса на держателе 1 укреплен патрон 2, в который вставляется лампа 3. Крышка 9 со стеклом 5

прижимается к корпусу светильника при помощи трех винтов 4. Усиленное крепление крышки необходимо для того, чтобы предотвратить попадание во внутреннюю полость светильника влаги. Между крышкой и корпусом для лучшей герметизации вставлена

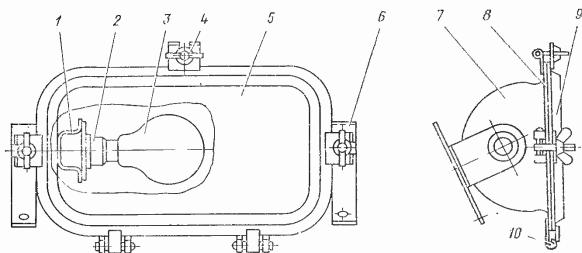


Рис. 43. Светильник типа СЖ-1

прокладка 8. При откручивании винтов 4 крышка открывается, поворачиваясь на петлях 10. Корпус светильника закрепляется в помещении котельного отделения при помощи двух кронштейнов 6.

19. Панель ртутных термоконтакторов

Ртутные термоконтакторы установлены на вагоне для контроля температуры воздуха и управления автоматическими режимами работы систем вентиляции и отопления.

Термоконтактор (рис. 44) представляет собой стеклянную трубку 1, запаянную с двух концов. В капилляр трубки вложены два контакта 2, которые при помощи проводов 5 соединяются со схемой

управления. Резиновые втулки 3 служат для крепления термоконтактора. В нижней части трубки помещена ртуть 4. При увеличении температуры воздуха ртуть, расширяясь, поднимается вверх и при определенной температуре замыкает контакты. Контакты остаются замкнутыми, если температура сохраняется выше этого уровня. При снижении температуры ртуть, сжимаясь, опускается и разрывает цепь. Рабочий ток через термоконтактор должен быть не более 0,04 А.

Группа термоконтакторов, контролирующих температуру воздуха внутри вагона, размещена на изоляционной панели в перегородке между купе. Каждый термоконтактор удерживается в вертикальном положении специальной пружиной. Соединение со схемой вагона обеспечивается в верхней части панели при помощи винтовых соединений. Внизу размещен специальный поддон, служащий для собирания ртути в случае повреждения термоконтакторов. Для защиты от случайных механических повреждений панель закрывается декоративной предохранительной решеткой. Вторая группа ртутных термоконтакторов размещена в вентиляционном канале вагона.

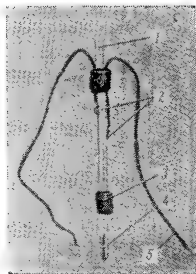


Рис. 44. Ртутный термоконтактор

20. Термодатчик контроля нагрева букс

Как показывает опыт эксплуатации, всякое повреждение буксового подшипника сопровождается нагревом буксы. На всех пассажирских вагонах устанавливается устройство контроля нагрева букс, главными элементами которого являются термодатчики, устанавливаемые в корпусе каждой буксы и в редукторе привода генератора. Внутри датчика концы двух проводов соединены легкоплавким сплавом. Принцип действия датчика основан на том, что при определенной температуре сплав расплавляется, в результате чего происходит разрыв электрической цепи и автоматически подается сигнал проводнику вагона, свидетельствующий о нагреве подшипника в буксе или редукторе. Общий вид датчика показан на рис. 45.

Двухжильный провод 1 подведен в корпус 2 термодатчика. Место ввода провода в корпус герметизировано путем завальцовки. Концы провода 1 проходят через изоляционную эбонитовую втулку 3, которая предохраняет замыкание концов провода с корпусом датчика и между собой. Внутри эбонитовой втулки 3 имеется специальная канавка 4, в которую выведены и развальцованы концы 5 двухжильного провода. При заполнении канавки специальным лег-

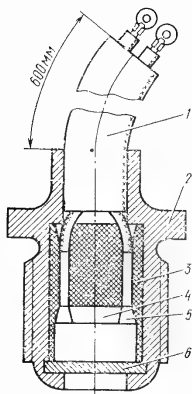


Рис. 45. Термодатчик контроля нагрева букс

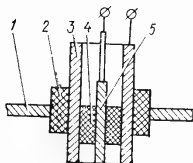


Рис. 46. Устройство датчика уровня воды

коплавким сплавом концы двухжильного провода оказываются замкнутыми. При нагреве корпуса буксы до 90°C легкоплавкий сплав расплавляется и выливается из канавки, разрывая контакт между концами проводов. Для герметизации полости датчика от возможного загрязнения на корпусе его путем завальцовки закрепляют латунную шайбу 6.

Основной неисправностью термодатчика является излом провода в месте ввода его в корпус, нарушение контакта между проводами и сплавом, а также замыкание цепей на корпус. Ввинчивать и отвинчивать термодатчик во избежание повреждения проводов допустимо только при отсоединенных проводах.

21. Датчики уровня воды

Датчики уровня воды предназначены для подачи сигнала об окончании наполнения большого водяного бака холодного водоснабжения. Они установлены на баке и водоналивных трубах. Принцип работы датчика заключается в следующем. Центральный металлический стержень 5 (рис. 46) изолирован от корпуса 3 с помощью изолятора 4. В свою очередь корпус датчика изолирован от стенки 1 трубы (или бака) изолятором 2. Если уровень воды достигает стержня и корпуса, то вследствие электропроводности воды замыкается соответствующая контрольная цепь и выдается световой сигнал о необходимости прекращения заправки.

Датчики налива воды, устанавливаемые в водяном баке (рис. 47, а) и наливных трубах (рис. 47, б), имеют одинаковое устройство и различаются только конструктивным исполнением. Полюс 1 датчика изолирован от корпуса 2 текстолитовой втулкой 8. Внутренняя поверхность 3 втулки между стержнем и корпусом покрыта бакелитовым лаком, обеспечивающим быстрое стекание воды с поверхности после окончания налива и надежную изоляцию полюса от корпуса.

Корпус датчика изолируется от корпуса трубы (или бака) текстолитовой втулкой 6, имеющей наружную и внутреннюю резьбу.

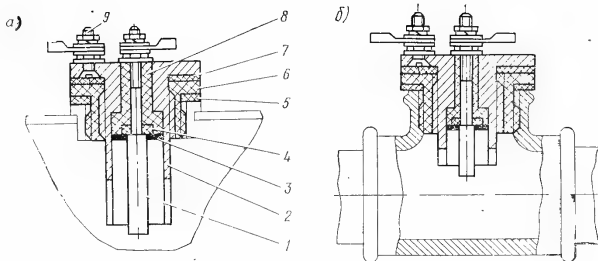


Рис. 47. Датчик налива воды

Во избежание утечки воды все соединения уплотняются резиновыми шайбами 4, 5 и 7. Зажимами для подсоединения проводов служат верхняя часть центрального стержня 1 и винт 9.

22. Блоки

Блок регулятора напряжения. В блоке У7 регулятора размещены элементы схемы автоматического регулирования напряжения генератора. Электрическая схема соединения элементов блока представлена на рис. 48. Все элементы блока регулятора смонтированы на изоляционной панели 4 (рис. 49), укрепленной при помощи четырех винтов 3 на металлическом каркасе 2. Панель при помощи крышки с вентиляционными щелями, которая крепится двумя винтами, и пломбируется. Соединение блока со схемой вагона обеспечивается штепсельным разъемом 1. Вследствие несимметричного

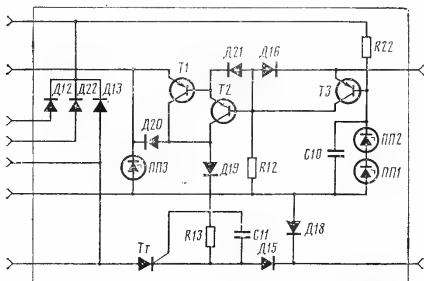


Рис. 48. Схема блока регулятора напряжения

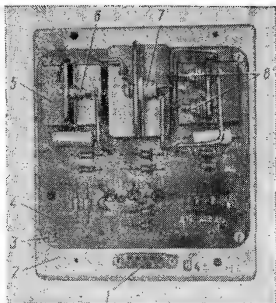


Рис. 49. Блок регулятора напряжения

расположения контактных отверстий соединить разъем можно только в строго определенном положении, обеспечивающем правильное включение. Ряд элементов блока, таких как стабилитрон 6, тиристор 7, диоды 8, для лучшего охлаждения монтируется на охладителях 5. Остальные элементы крепят непосредственно на панели. Элементы на панели соединяются пайкой при помощи проводов на печатной плате (с задней стороны панели). Весь блок крепится внутри пульта управления двумя болтами. При неисправности блок заменяется. Ремонт блока производится в специальных мастерских.

Блоки электронных реле фильтра и температуры. Блок электронного реле фильтра $У4$ в системе электроснабжения вагона управляет работой контактора $K1$, который в свою очередь переключает аккумуляторную батарею с режима разряда на заряд и наоборот. Два блока электронных реле температуры устанавливают напряжение заряда аккумуляторной батареи в зависимости от температур воздуха внутри аккумуляторного ящика.

Рассмотрим принцип работы реле фильтра, электрическая схема которого показана на рис. 50. Реле фильтра состоит из входного делителя напряжения на резисторах $R14—R16$, разделительного

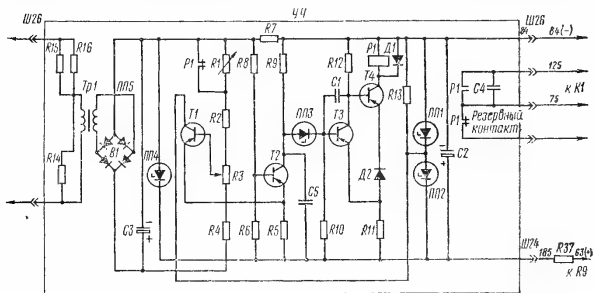


Рис. 50. Схема реле фильтра

трансформатора $Tr1$, выпрямителя $B1$, измерительного делителя на резисторах $R1-R4$, узла сравнения, выполненного на транзисторах $T1$ и $T2$, усилителя на транзисторах $T3, T4$, реле $P1$, стабилизаторов напряжения со стабилитронами $ПП1-ПП4$ и из конденсаторов $C1-C5$.

Напряжение питания для работы схемы подается по проводам 63 и 84. Напряжение на измерительный делитель подается от фильтра переключающего устройства через входной делитель, трансформатор $Tr1$ и выпрямитель $B1$.

Переключение с одного режима работы системы электроснабжения на другой производится контактором $K1$, катушка которого питается через контакты реле $P1$. Реле $P1$ является выходным элементом электронного реле фильтра. Замыкающие контакты 125—75 реле $P1$ включают и отключают контактор $K1$. Катушка реле $P1$ получает питание через транзистор $T4$. Таким образом, когда транзистор $T4$ открыт, то реле включено и контактор $K1$ включен. При закрытом транзисторе $T4$ реле $P1$ и контактор $K1$ отключены.

Транзистор $T4$ открывается и закрывается транзистором $T3$. Если транзистор $T3$ открыт, то напряжение эмиттер-база транзистора $T4$ становится очень малым и транзистор $T4$ закрыт. При закрытом транзисторе $T3$ эмиттер транзистора $T4$ получает положительный потенциал через резистор $R11$ и диод $D2$, а база через резистор $R12$ — отрицательный и транзистор $T4$ открывается.

Работой транзистора $T3$ управляют транзисторы $T1$ и $T2$ узла сравнения.

Узел сравнения работает следующим образом. При низких скоростях движения и остановках вагона напряжение от фильтра переключающего устройства на делитель с резисторами $R1-R4$ не поступает. Через резисторы $R2$ и $R3$ (по проводу 84) подается отрицательный потенциал на базу транзистора $T1$ по отношению к эмиттеру, поэтому этот транзистор открыт. По цепи резистор $R5$, транзистор $T1$ — резистор $R13$ проходит ток, создавая падение напряжения на резисторе $R5$, и тем самым потенциал на эмиттере транзистора $T2$ снижается, поэтому транзистор $T2$ закрыт. При этом транзистор $T3$ открыт, так как его база имеет отрицательный потенциал со стороны минусового провода через резистор $R9$ и стабилитрон $ПП3$, а транзистор $T4$ закрыт. Это состояние транзисторов и схемы в целом будет продолжаться до тех пор, пока не появится напряжение фильтра.

По достижении определенной скорости движения вагона (частоты вращения генератора) резко возрастает напряжение фильтра переключающего устройства, которое через делитель с резисторами $R14-R16$, трансформатор $Tr1$ и выпрямитель $B1$ подается на измерительный делитель с резисторами $R1-R4$. С появлением этого напряжения на делителе уменьшается отрицательный потенциал базы транзистора $T1$. Соответственно уменьшается ток транзистора $T1$ и резистора $R5$. С уменьшением тока через резистор $R5$ уменьшается падение напряжения на нем, вследствие чего потенциал эмит-

тера транзистора $T2$ увеличивается и он открывается, что приводит к срабатыванию реле $P1$.

Таким образом узел сравнения сравнивает между собой два напряжения: стабилизированное (неизменяющееся) напряжение на базе транзистора $T2$ (или неизменяющееся падение напряжения на резисторе $R6$) и падение напряжения на резисторе $R5$, которое определяется состоянием транзистора $T1$.

После срабатывания реле $P1$ оно своими замыкающими контактами включает контактор $K1$, а размыкающими контактами подключает в измерительный делитель резистор $R1$. Последнее предусмотрено для того, чтобы исключить звонковую работу реле в граничных режимах. С подключенным дополнительным резистором $R1$ скорость движения вагона, при которой отключится реле $P1$ (и контактор $K1$), будет ниже той, при которой произошло включение.

Меняя величину сопротивления резистора $R1$, можно отрегулировать необходимый уровень (по скорости движения вагона) отключения реле (коэффициент возврата). Регулировка реле на включение производится резистором $R3$. По такому же принципу работают электронные реле температуры $У2$, $У3$ (рис. 51), используемые для автоматического изменения режима заряда аккумуляторной батареи в зависимости от температуры воздуха в аккумуляторном ящике.

Реле температуры отличается от реле фильтра тем, что отсутствуют разделительный трансформатор $Tr1$, выпрямитель $B1$ и резисторы $R14-R16$, а вместо резистора $R6$ включены терморезисторы $R1$, $R2$ ($R4$, $R3$).

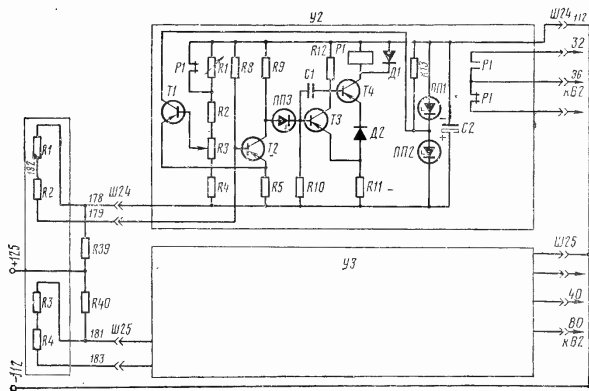


Рис. 51. Схема реле температуры

Питание для работы схемы подается по проводам 125 и 112 через резисторы $R39$ и $R40$.

Действие реле температуры несколько отличается от ранее изложенного в описании реле фильтра. Если в реле фильтра сравниваются два падения напряжения (на резисторах $R5$ и $R6$), то в этих реле сравнивается падение напряжения на резисторе $R5$ и изменяющееся падение напряжения на терморезисторах $R1, R2$ ($R3, R4$).

При высоких температурах внутри аккумуляторного ящика сопротивление терморезисторов $R1—R4$ уменьшается, при низких температурах, наоборот, увеличивается.

С уменьшением сопротивления терморезисторов уменьшается падение напряжения на них. База транзистора $T2$ в этом случае оказывается положительной по отношению к эмиттеру, поэтому этот транзистор закрыт. Как и в схеме реле фильтра, при закрытом транзисторе $T2$, транзистор $T3$ открыт, а $T4$ закрыт и реле $P1$ обесточено.

С уменьшением температуры в аккумуляторном ящике увеличиваются сопротивление терморезисторов и падение напряжения на них. По достижении определенной температуры потенциал базы транзистора $T2$ становится таким, что он открывается. Это приводит к закрытию транзистора $T3$ и открытию транзистора $T4$ и срабатыванию реле $P1$. Замыкающийся контакт реле $P1$ производит переключения в цепи обмотки управления магнитного усилителя.

Реле температуры регулируется на включение резистором $R3$, при помощи которого задается ток транзистора $T1$ и как следствие определенное падение напряжения на резисторе $R5$, а на отключение резистором $R1$.

Конструктивно реле фильтра и реле температуры выполнены в виде одинаковых съемных блоков. Блок состоит из корпуса 1 (рис. 52, а), ручки для съема блока 2, регулировочных резисторов 3 (на рис. 50 и 51 $R1$ и $R3$), укрепленных на лицевой стороне корпуса, панели 4 в виде печатной платы с размещенными на ней при-

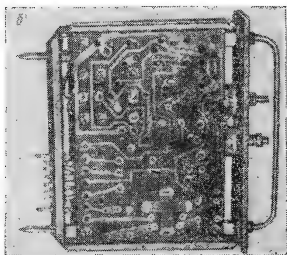
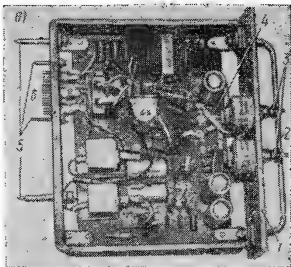


Рис. 52. Блок фильтра:
а — вид спереди; б — вид сзади

борами, аппаратами, направляющих стержней 5 и штепсельного разъема с контактами 6 для подключения блока к электрической схеме вагона. На обратной стороне блока (рис. 52, б) производится пайка выводов приборов и аппаратов к печатной плате.

Аналогичное устройство имеют блоки защиты от повышенного напряжения (У6) и тиристорной защиты (рис. 53).

В случае выхода из строя блоков они могут быть отремонтированы в условиях электроцеха или заменены на новые.

Блок преобразователя для электробритв. На вагоне для питания электробритв установлен преобразователь, который преобразует постоянный ток напряжением 50 В в переменный напряжением 220 В частотой 50 Гц.

На вагоне установлены два преобразователя типа ППБ-50, обеспечивающие питание двух розеток для электробритв, установленных в туалетах (для каждой розетки свой преобразователь).

Преобразователь представляет собой самовозбуждающийся инвертор. Он состоит из следующих элементов: силового трансформатора T_p (рис. 54) с первичными обмотками 3—6 и 13—16 и обмотками в цепях эмиттер-база транзисторов $T1—T8$; запускающих цепочек на диодах $D9, D10$, конденсаторах $C3, C4$ и резисторах $R9, R10$; защитных диодов $D1—D8$, служащих для снятия перенапряжений на транзисторах $T1—T8$ во время их переключений; резисторов $R1—R8$; сглаживающих конденсаторов $C1$ и $C2$; диода $D11$, предотвращающего подачу напряжения на преобразователь в случае ошибочной смены полярности; предохранителя $Pr1$ для защиты подводящих питание проводов в случае внутренних повреждений в преобразователе и предохранителя $Pr2$, защищающего цепи электробритв.

Преобразователь работает следующим образом. В момент подачи на его вход напряжения на базы транзисторов $T1$ и $T2$ через запускающие цепочки поступает отрицательный потенциал и они открываются. С этого момента времени по цепи: эмиттер-коллектор транзистора $T1$, обмотка 3—6 трансформатора, эмиттер-база транзистора $T2$, диод $D10$, резистор $R10$ и конденсатор $C4$ начинает протекать ток. Магнитный поток обмотки 3—6* наводит э. д. с. в об-

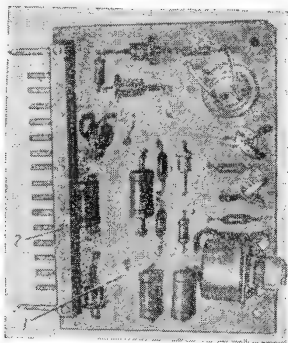


Рис. 53. Блок управления тиристорной защиты:

1 — изоляционная панель; 2 — штепсельный разъем

* Провода и выводы трансформатора имеют одинаковые обозначения.

мотках базовых цепей транзисторов $T1—T4$, способствующую открытию этих транзисторов (направление э. д. с. показано стрелками).

С началом открытия транзисторов $T3$ и $T4$ (транзисторы $T1$ и $T2$ открываются несколько раньше) ток будет протекать через транзистор $T1$, обмотку $3—6$, транзисторы $T2$ и $T3$, обмотку $13—16$ и транзистор $T4$. После того, как ток через обмотки $3—6$ и $13—16$ достигнет установившегося значения, в базовых цепях транзисторов не будет наводиться э. д. с. (не будет тока эмиттер-база), поэтому они начинают закрываться, что приводит к уменьшению тока в обмотках. По мере уменьшения тока в этих обмотках в обмотках базовых цепей транзисторов $T1—T4$ наводится э. д. с., способствующая их закрытию, а в обмотках базовых цепей транзисторов $T5—T8$ наводится э. д. с., способствующая их открытию. После закрытия транзисторов $T1—T4$ транзисторы $T5—T8$ открываются и через транзистор $T5$, обмотку $6—3$, транзисторы $T6$ и $T7$, обмотку $16—13$ и транзистор $T8$ начинает протекать ток. Процесс переключения транзисторов периодически повторяется. В первом случае, когда открыты транзисторы $T1—T4$, ток через первичные обмотки трансформатора протекает от вывода 3 к выводу 6 и от вывода 13 к выводу 16 . В другом случае наоборот.

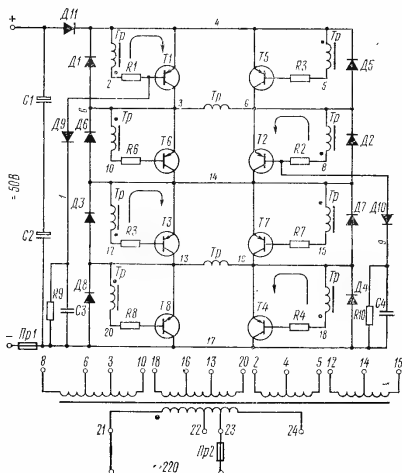


Рис. 54. Схема преобразователя для электробритв и его трансформатора

Частота изменения тока (переключения транзисторов) определяется параметрами базовых цепей транзисторов. С изменением тока в первичных обмотках трансформатора во вторичной обмотке появляется напряжение 220 В частотой 50 Гц, необходимое для питания электробритв.

Преобразователь выполнен в виде блока. На корпусе преобразователя крепятся трансформатор, панели (две штуки) с транзисторами и диодами, предохранители и все остальные элементы. Преобразователь закрывается кожухом, имеющим по бокам жалюзи для охлаждения.

Техническая характеристика преобразователя приведена ниже.

Напряжение питания	50 В
Номинальное выходное напряжение	220 »
Номинальная частота	50 Гц
Номинальная мощность	30 Вт
Наибольшая допустимая мощность при $\cos \varphi = 0,83$	50 »
Коэффициент полезного действия не ниже	0,65

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

23. Общие принципиальные схемы

Для каждого пассажирского вагона составляются принципиальная и монтажная схемы, которые являются основой технической документации по электрической части вагона. С точки зрения знакомства с устройством и работой электрооборудования наибольший интерес представляют принципиальные схемы, которым и посвящается настоящая глава.

Условные обозначения элементов электрооборудования на электрических схемах приняты такие же, как в документации заводов-изготовителей. Основные из них представлены в табл. 10. Каждый элемент схемы имеет свое обозначение — индекс, состоящий из букв и цифр. Цифры в обозначении элементов схемы являются порядковым номером аппарата данного типа. Следует иметь в виду, что контакты реле и контакторов имеют на схемах такое же буквенное обозначение, как и их катушки.

Все электрические соединения (провода) на схемах имеют также свой индекс—номер. Такие же номера имеют и соответствующие провода на вагоне. Каждое соединение на всех схемах имеет одинаковый индекс, который проставляется на бирках соответствующих проводов.

Электрическая часть пассажирского вагона делится на две схемы: цепей электроснабжения и цепей потребителей. Обе схемы приведены на рис. 55 и 56 (см. вклейки).

Для того чтобы на схеме можно было быстро найти тот или другой элемент, принята определенная система адресов. Непосредственно под схемой по горизонтали проставляется ряд последовательных цифр. Соответственно этим цифрам вся схема mnemonicски делится на вертикальные полосы, каждая из которых соответствует своей цифре. Все элементы схемы, принадлежащие одной вертикальной полосе, имеют одинаковый адрес — цифру, стоящую внизу. Например, цепь насоса отопления расположена над цифрой 170, поэтому выключатель *B20*, контакт реле *P17*, двигатель *M2* и предохранитель *Пр36* имеют одинаковый адрес 170 и обозначаются в тексте *B20* (170), *P17* (170), *M2* (170) и *Пр36* (170). Необходимо отметить, что такие адреса остаются всрными только для определенной, конкретной схемы, так как одни и те же цепи на разных схемах могут иметь различные начертания и адреса.

Наименование	Графическое изображение	Наименование	Графическое изображение
Катушка реле контактора		Кнопки	
Замыкающий контакт реле контактора		Диод	
Размыкающий контакт реле контактора		Тиристор	
Двигатель с обмоткой возбуждения		Транзисторы	
Машинный преобразователь для люминесцентного освещения		Стабилитрон	
Аккумулятор		Штенсель	
Резистор переугулир- емый		Лампы осветительная и сигнальная	
Резистор регулпру- емый		Конденсатор	
Предохранитель		Дроссель	
Выключатель, пере- ключатель		Трансформатор	
		Контакт реле давл- ения	
		Контакт ртутнокон- тактного термометра	
		Шунт амперметра	
		Амперметр	
		Вольтметр	

Как и во всех электрических схемах, в схемах вагона все контакты контакторов и реле показаны при обесточенной катушке: замыкающие контакты показаны разомкнутыми, а размыкающие замкнутыми. Контакты пакетных переключателей показаны в отключенном положении. Но в приведенных на схемах таблицах для каждого переключателя дается порядок замыкания контактов на всех возможных его положениях. Например, пакетный переключатель режима заряда батарей, обозначенный на схеме *B2*, имеет пять контактов с адресами *11*, *12*, *13*, *15*, *40* и его рукоятка с замыкающими сегментами может находиться в одном из четырех положений: «автом», «малый», «средний» и «полный» (заряд). Залитыми кружками показаны положения, на которых замкнуты контакты. Так, контакт *B2* (11), *B2* (16), *B2* (40) замкнут только в положении «автом»; контакт *B2* (14) замкнут в одном положении «полный»; контакт *B2* (15) замкнут в положениях «средний» и «полный».

24. Схема высоковольтной части электрического отопления

Теплоносителем в системе комбинированного отопления является вода, для нагрева которой можно использовать твердое топливо или электронагревательные элементы. Питание нагревательных элементов осуществляется от поездной магистрали с напряжением 3000 В постоянного или переменного тока.

Установленные по периметру котла 24 высоковольтных нагревательных элемента 345—368 общей мощностью 48 кВт соединяются в четыре параллельные цепочки (рис. 57) по шесть последовательно соединенных элементов в каждой. Напряжение к ним подается по проводу 533 подвагонной магистрали через высоковольтный разъединитель В59, предохранитель Пр73, контактор К8 и одну из обмоток дифференциального реле Р28. С корпусом вагона и рельсом нагревательные элементы соединены проводом 556 через вторую обмотку реле Р28.

Разъединитель В59 в отключенном состоянии соединяет все высоковольтные цепи вагона (за исключением магистрали) с землей, чем достигается необходимая степень защиты обслуживающего персонала. Предохранитель предназначен для защиты от токов короткого замыкания. Контактором К8 включаются и отключаются все нагревательные элементы в процессе работы отопления. Дифференциальное реле служит для отключения элементов в случае замыкания любого из них на корпус вагона. При включенных цепях отопления по обеим обмоткам реле Р28 протекает один и тот же постоянный или переменный ток. При этом результирующий магнитный поток в реле равен нулю и оно находится в отключенном положении. Замыкание любого элемента на землю нарушит это равновесие, так как по обмотке между проводами 100—556 будет

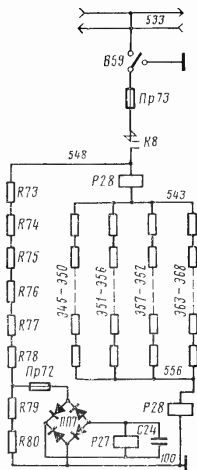


Рис. 57. Схема высоковольтной части электрического отопления

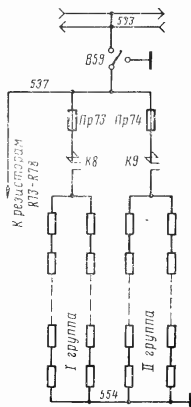


Рис. 58. Групповая схема включения нагревательных элементов

протекать лишь часть общего тока обмотки, находящейся между проводами 548—543. Реле *P28* срабатывает и отключается высоковольтное отопление с помощью размыкающих контактов *P28*, находящихся в цепи питания катушки контактора *K8*.

Для сигнализации о наличии высокого напряжения в схеме служит реле постоянного тока *P27*. Это реле получает питание от делителя напряжения, составленного из резисторов *R73÷R80*, через выпрямительный мост *ПП7* со сглаживающим конденсатором *C24*. Если в магистраль подается постоянное напряжение, то в мосте *ПП7* постоянно протекает ток только по двум диодам. Реле *P27* включается и замыкает цепь сигнальной лампы при высоком напряжении на нагревательных элементах.

В схеме вагонов, выпускавшихся до 1975 г., объединенные парно параллельные цепи нагревательных элементов образовывали две группы (рис. 58), каждая из которых мощностью 24 кВт получала питание через предохранитель (*Пр73*, *Пр74*) и свой высоковольтный контактор (*K8*, *K9*) от провода 537. Дифференциального реле в схеме не было. С проводом 533 группы соединялись разъединителем *B59*, а с корпусом вагона и землей общим проводом 554. Схема позволяла группам отопления работать вместе и отдельно.

Схема включения реле *P27* не менялась. Кроме сигнальных функций, реле *P27* обеспечивало возможность включения контакторов *K8* и *K9* только при наличии высокого напряжения.

25. Схема цепей генератора, выпрямителей и аккумуляторной батареи

На стоянке, когда генератор *G* не работает, потребители получают электроэнергию от аккумуляторной батареи, работающей в режиме разряда. На ходу, когда скорость движения превышает 30—40 км/ч, источником электроэнергии становится генератор. В этом случае аккумуляторная батарея переходит в режим заряда. Зарядное напряжение, как правило, превышает напряжение питания остальных потребителей. Кроме того, необходимо менять зарядное напряжение при изменении температурных условий работы аккумуляторной батареи. В связи с этим генератор должен обеспечить два уровня выходного напряжения: один — изменяемый для аккумуляторной батареи и другой — неизменяемый для вагонных потребителей. Эта задача осуществляется благодаря применению двухобмоточного генератора.

Для перевода питания потребителей с аккумуляторной батареи на генератор и обратно, а также для подачи к аккумуляторной батарее зарядного напряжения служат силовые цепи. Схема генератора, выпрямителей, батареи и аппаратов управления, обеспечивающих необходимые переключения, показана на рис. 59.

Основная трехфазная обмотка генератора *IC1*, *IC2*, *IC3* с основным выпрямительным мостом *ВО* (диоды *Д1—Д6*) служит для пита-

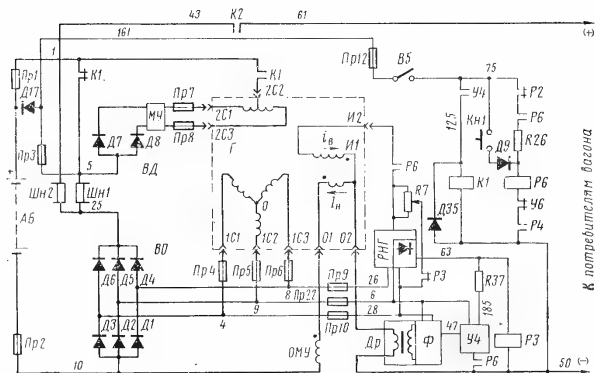


Рис. 59. Схема генератора, выпрямителей и батарей

ния вагонных потребителей. Плюс выпрямленного напряжения с *ВО* (провод 25) к потребителям подается через шунт *Шн2* и контактор *К2*. Минус (провод 10) подходит через обмотку магнитного усилителя *ОМУ*, последовательную обмотку возбуждения *О1—О2* генератора и токовую обмотку дросселя *Др* фильтра *Ф*.

На стоянке вагонные потребители получают питание от аккумуляторной батареи. Плюс подается через предохранитель *Пр1*, размыкающий контакт *К1*, шунты *Шн1* и *Шн2* и замкнутый контакт *К2*. С отрицательным зажимом аккумуляторной батареи потребители соединены через предохранитель *Пр2*, провод 10 и далее по той же цепи, что и при питании от основного выпрямителя.

При разгоне поезда отключение аккумуляторной батареи от потребителей и включение ее на зарядное напряжение обеспечиваются контактором *К1*. В этом случае его размыкающий контакт отключает потребителей от батареи, а замыкающий контакт соединяет нулевой вывод *2С2* дополнительной обмотки генератора через предохранитель *Пр1* с положительным зажимом аккумуляторной батареи. Цепь зарядки аккумуляторной батареи составляют: основной выпрямитель *ВО* — дополнительный выпрямитель *ВД* — магнитный усилитель *МУ* — предохранители *Пр7*, *Пр8* — дополнительная обмотка генератора *2С1*, *2С3* с нулевым выводом *2С2* — замыкающий контакт *К1* — предохранитель *Пр1* — батарея *АБ* — предохранитель *Пр2* — выпрямитель *ВО*. Таким образом, зарядное напряжение является суммарным напряжением двух последовательно соединенных выпрямителей *ВО* и *ВД*.

Схема управления и регулирования генератора содержит регулятор напряжения генератора *РНГ*, переключающее устройство, состоящее из фильтра *Ф* и электронного реле *У4*, реле *Р3*, *Р6* и контактора *К1*.

Регулятор *РНГ*, получающий питание через предохранители *Пр9*, *Пр22*, *Пр10*, от основной обмотки генератора подает питание через замыкающий контакт *Р6* к обмотке возбуждения *И2 – И1*, обеспечивая необходимое регулирование напряжения. Одновременно выпрямитель, входящий в схему *РНГ*, подает плюс питающего напряжения (провод *63*) к реле *У4* и *Р3*, основное назначение которых вместе с фильтром заключается в обеспечении контроля за величиной выпрямленного напряжения и подачи команды на переключение в силовой схеме.

Катушки контактора *К1* и промежуточного реле защиты *Р6* получают питание по цепи: провод *5* — предохранители *Пр3*, *Пр12* и выключатель *В5* — «управление», отключаемый при постановке вагона в длительный отстой. Подача питания с провода *5* обеспечивает питание катушек *К1* и *Р6* стабилизированным напряжением на ходу от выпрямителя *ВО*, а на стоянке от аккумуляторной батареи. Наличие двух предохранителей в одной цепи объясняется их различным назначением. Предохранитель *Пр3*, рассчитанный на большие токи, защищает цепь диода *Д17*. Предохранитель *Пр12* защищает непосредственно цепи управления. Катушка контактора *К1* включается через контакт *У4*, замкнутый при скоростях движения вагона свыше 30—40 км/ч. Катушка реле *Р6* получает питание при нажатой кнопке *Кн1* через диод *Д9* или по цепи: размыкающий контакт *Р2* (реле *Р2* срабатывает при перекосе фаз генератора), собственный замыкающий контакт *Р6*, резистор *Р26* и далее через размыкающий контакт *У6* (срабатывает при повышении напряжения) и замыкающий контакт *Р4* (реле *Р4* блока тиристорной защиты *У9* срабатывает при перенапряжениях).

Перед началом работы схемы на стоянке должен быть включен выключатель *В5* — «управление», обеспечивающий подачу плюса питающего напряжения к проводу *75*. Поскольку генератор не вращается, то напряжение на выводных зажимах его основной и дополнительной обмоток отсутствует, фильтр *Ф*, реле *У4* и *Р3* не получают питания. В результате катушка контактора *К1* также не получает питания, так как разомкнут находящийся в ее цепи контакт *У4*. Размыкающий контакт *К1* обеспечивает подачу напряжения непосредственно от аккумуляторной батареи.

Реле *Р6* должно быть возбуждено нажатием кнопки *Кн1*. Контакты реле *Р6* замыкают цепи: регулятора напряжения *РНГ*, полупроводниковых реле *У4* и *У6*, а также цепь питания собственной катушки *Р6*. После отпускания кнопки *Кн1* реле *Р6* остается включенным, если: восстановлена тиристорная защита *У9* (замкнут контакт *Р4*), восстановлена защита *У6* от повышения напряжения (замкнут контакт *У6*), отсутствует перекос фаз основной обмотки генератора (замкнут *Р2*). Величина сопротивления резистора *Р26*

(270 Ом) выбрана с таким расчетом, чтобы ток катушки был выше тока удержания. Включенное состояние реле *P6* обеспечивает подготовку к работе цепей регулятора и реле *У4*. С началом движения вагона от остаточного магнитного потока и потока последовательной обмотки *01—02*, обусловливаемого током нагрузки I_n , в обмотках генератора наводится э. д. с., увеличивающаяся с ростом скорости. Через резистор *R7*, замкнутые контакты *P6* и *P3* напряжение генератора подается к обмотке возбуждения *И2—И1*, по которой начинает протекать ток i_v , создающий основной магнитный поток генератора. Дополнительно этот поток усиливается за счет потока от последовательной обмотки возбуждения вследствие согласного направления потоков от этих обмоток.

С появлением тока в обмотках возбуждения увеличивается магнитный поток генератора, а следовательно, и наводимая в его обмотках э. д. с. Это ведет к дальнейшему увеличению тока возбуждения. Происходит процесс самовозбуждения генератора, сопровождающийся увеличением его выходного напряжения, а также выпрямленного напряжения основного и дополнительного выпрямителей. Замкнутый размыкающий контакт *K1* соединяет параллельно аккумуляторную батарею и основной выпрямитель. С возрастанием скорости движения и увеличением напряжения выпрямителя все большая доля тока для вагонных потребителей начинает подаваться генератором, а доля тока, подаваемого аккумуляторной батареей, уменьшается.

При определенном значении напряжения срабатывает реле *P3*, размыкается цепь *R7*, после чего регулятор *РНГ*, регулируя ток обмотки возбуждения, стабилизирует выпрямленное напряжение независимо от скорости вращения генератора и величины нагрузки.

При возрастании скорости движения одновременно с увеличением напряжения увеличивается и частота э. д. с. генератора. При определенном значении частоты фильтр *Ф* подает сигнал для срабатывания полупроводникового реле *У4*, которое своим замыкающим контактом включает контактор *K1*. Размыкающий контакт *K1* размыкает цепь питания потребителей от аккумуляторной батареи. С этого момента питание потребителей вагона осуществляется полностью от генератора через основной выпрямитель *В0*. Момент срабатывания *У4*, а следовательно, и включения контактора *K1* отрегулирован таким образом, что происходит при практически отсутствующем токе батареи, вследствие чего размыкающий контакт *K1* отключается в обесточенном состоянии. Другой, замыкающий контакт *K1* обеспечивает подачу зарядного выпрямленного напряжения к аккумуляторной батарее. Поскольку величина выпрямленного напряжения от основного выпрямителя стабилизирована, то необходимое изменение зарядного напряжения обеспечивается регулированием режима в цепи дополнительной обмотки с помощью магнитного усилителя в зависимости от температуры окружающего воздуха и тока потребителей. Контроль температуры и регулирование обеспечиваются специальными устройствами.

Снижение скорости движения вагона приводит к уменьшению частоты вращения генератора. Начиная с какой-то определенной скорости, регулятор уже не может обеспечить необходимого увеличения тока возбуждения и напряжение на выходных зажимах генератора начинает снижаться. Происходящее одновременно снижение частоты наводимой э. д. с. приводит к отключению реле У4. В результате разрывается цепь катушки контактора К1. Замыкающий контакт К1 разрывает цепь заряда аккумуляторной батареи, а замыкающий контакт К1 подключает аккумуляторную батарею параллельно к выпрямителю для питания потребителей. Размыкание контактора К1 происходит практически в обесточенной цепи, так как ток заряда к этому времени спадает до нуля. По мере замедления вагона питание потребителей переходит с генератора на аккумуляторную батарею.

Рассмотренный порядок взаимодействия и принципиальная схема включения источников питания не менялись в процессе развития системы электроснабжения данного типа. На первых образцах до окончательной отработки конструкции текстотно-редукторно-карданного привода в цепь заряда (провод 5) включалась токовая катушка специального реле. Благодаря этому реле при зарядных токах выше 50 А отключались отдельные вагонные потребители.

26. Схема регулятора напряжения генератора

Регулятор напряжения генератора предназначен для поддержания напряжения питания потребителей на заданном уровне при изменении частоты вращения и нагрузки генератора. Это достигается тем, что регулятор, контролируя величину выпрямленного напряжения, изменяет ток возбуждения так, что напряжение остается неизменным.

Схему РИГ (рис. 60) можно разделить на две части: силовую и управляющую. Последняя включает в себя узлы: измерения УИ, усиления УУ, сглаживания УС и питания УП.

Силовая часть С регулятора обеспечивает прерывистое подключение параллельной обмотки И2—И1 возбуждения генератора к источнику напряжения (фаза ИС1). Основу силовой части составляет тиристор Т_Т, при включении которого ток возбуждения от фазы ИС1 протекает по цепи предохранитель Пр10 — тиристор Т_Т — диод Д15 — обмотка трансформатора Тр — контакт реле Р6 — обмотки И2—И1, 02—01, ОМУ — минусовый провод 10. Диод Д15 обеспечивает защиту тиристора от обратного напряжения. Резистор R7, подключаемый контактом Р3 на время разгона параллельно тиристор Т_Т и диоду Д15, облегчает процесс самовозбуждения генератора. Резистор R13 и конденсатор С11 служат для защиты тиристора от ложных срабатываний. Принятая схема питания обмотки возбуждения (от одной фазы ИС1 генератора) обеспечивает импульсное регулирование подводимого к ней напряжения. Периоди-

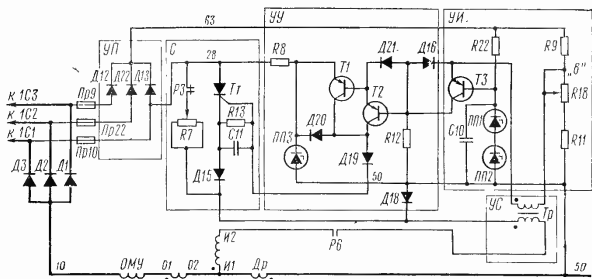


Рис. 60. Схема регулятора напряжения генератора (РНГ)

ческий спад до нуля питающего напряжения необходим для естественного закрытия тиристора.

Управляющая часть регулятора напряжения генератора контролирует величину выпрямленного напряжения, формирует управляющие импульсы и подает их на тиристор, благодаря чему последний открывается.

Контролируемое выпрямленное напряжение на входных проводах 63, 50, равно по величине выпрямленному напряжению на нагрузках, обеспечивается специальной анодной группой диодов Д12, Д13 и Д22 узла питания УП и диодами Д1 — Д3 катодной группы основного выпрямителя. Использовать для этой же цели непосредственно анодную группу основного выпрямителя нецелесообразно, так как в этом случае схема РНГ, а следовательно, и обмотка возбуждения при неработающем генераторе будут получать питание от аккумуляторной батареи.

Напряжение питания, подаваемое на провода 63, 50, контролируется узлом измерения УИ (рис. 61, а), основу которого составляют два плеча измерительного моста. Стабилизированное плечо образовано цепочкой из резистора R22 и двух стабилитронов ПП1 и ПП2, параллельно которым подключен конденсатор C10. Нестабилизированное плечо составлено последовательно включенными резисторами R9, R18 и R11. Сглаживание пульсаций этого

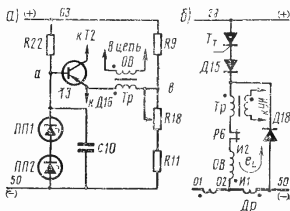


Рис. 61. Развернутые схемы:

а — измерительного поста УИ; б — питания обмотки возбуждения ОВ

напряжения обеспечивается конденсатором $C10$. Благодаря этому потенциал φ_a точки a , находящейся между резистором $R22$ и стабилитронами, остается всегда неизменным по отношению к потенциалу провода 50 . В нестабилизированном плече потенциал φ_b точки b между резисторами $R9$ и $R18$ меняется одновременно с изменением питающего напряжения на проводах 63 , 50 . Сравнение потенциалов φ_a и φ_b осуществляется транзистором $T3$, переход эмиттер-база которого вместе с одной из обмоток трансформатора Tr включен между точками a и b . Цепь эмиттер-коллектор транзистора $T3$ обеспечивает связь измерительного узла с узлом усиления $УУ$.

Узел усиления (см. рис. 60), выполняющий функции полупроводникового ключа, обеспечивает (в соответствии с сигналами, поступающими к нему от узла измерения) соединение управляющего электрода тиристора T_T с его анодом (провод 28). Основными элементами узла являются транзисторы $T1$ и $T2$, образующие составной триод, чем достигается получение более высокого коэффициента усиления. Отпирающий сигнал к тиристоры подается по пени: резистор $R8$, переход эмиттер-коллектор транзисторов $T1$ и $T2$, диод $D19$. Стабилитрон $П113$ ограничивает величину напряжения на переходах эмиттер-база транзисторов, а резистор $R12$ — величину тока в этих переходах. Диод $D18$ (рис. 61, б) шунтирует цепь последовательно соединенных обмоток трансформатора Tr , возбуждения $H1-H2$ и дросселя Dr .

Узел сглаживания $УС$, выполненный в виде двухобмоточного трансформатора Tr , одновременно обеспечивает обратную связь между силовой частью РНГ и измерительным узлом, вследствие чего ускоряется процесс открытия тиристора.

Работает регулятор следующим образом. На стоянке, когда генератор не вращается и напряжение на его зажимах равно нулю, регулятор не получает питания и все его элементы находятся в нерабочем состоянии. С началом движения в результате остаточной намагниченности в обмотке якоря наводится э. д. с. тем большая, чем больше частота вращения генератора. Под влиянием этой э. д. с. по обмотке возбуждения $H1-H2$ через замкнутые контакты $P3$ и $P6$, резистор $R7$ и обмотку трансформатора Tr начинает протекать ток, обеспечивающий увеличение магнитного потока генератора, а следовательно, и его э. д. с. Идет процесс самовозбуждения генератора, сопровождающийся каскадным увеличением напряжения на его зажимах. Цепь резистора $R7$ улучшает условия самовозбуждения на начальной стадии процесса, так как шунтируемый ею тиристор в это время может оставаться закрытым из-за низкого напряжения.

С увеличением скорости движения повышается напряжение генератора и выпрямленное напряжение, при определенной величине (~ 40 В) которого срабатывает реле $P3$ и размыкаются его контакты в цепи резистора $R7$. С этого момента регулирование тока возбуждения осуществляется тиристором. Параметры стабилитронов $П11$, $П12$ и соотношение сопротивлений резисторов $R9$ и $R18$, $R11$ по-

добраны таким образом, что до тех пор пока напряжение на проводах 63, 50 не достигнет установленного уровня (51 В), потенциал $\varphi_b < \varphi_a$ и транзистор $T3$ остается закрытым. В этих условиях с появлением каждого положительного импульса напряжения на аноде тиристора транзисторы $T1$ и $T2$ открываются, так как по цепи: резистор $R8$, эмиттер-база транзистора $T1$, эмиттер-база транзистора $T2$, резистор $R12$ — провод 50 протекает ток управления. Одновременно по цепи: резистор $R8$, эмиттер-коллектор транзисторов $T1$ и $T2$, диод $D19$ протекает ток, открывающий тиристор. Вследствие этого протекающий по обмотке возбуждения ток способствует увеличению напряжения на зажимах генератора. Как только это напряжение достигнет установленного уровня, потенциал точки b нестабилизированного плеча узла измерения $УИ$ становится больше потенциала точки a стабилизированного плеча. По переходу эмиттер-база транзистора $T3$ начинает протекать ток, вызывая его открытие. В этом случае положительный потенциал φ_b через открытый переход эмиттер-коллектор $T3$ оказывается приложенным к базам транзисторов $T1$ и $T2$, приводя к их закрытию и размыканию цепи управления тиристора. В этих условиях тиристор после окончания прохождения очередного импульса тока переходит в закрытое состояние и остается закрытым, несмотря на то, что импульсы напряжения к его аноду продолжают подаваться. Цепь питания обмотки возбуждения разрывается. Однако (см. рис. 61, б) в замкнутом контуре: обмотка $И2—И1$, обмотка дросселя $Др$ фильтра, диод $D18$, обмотка трансформатора $Тр$, замкнутый контакт $P6$ за счет э. д. с. самондукции e_L , наводимой в этих обмотках, продолжает протекать уменьшающийся ток. По мере уменьшения тока возбуждения генератор развозбуждается, напряжение на его зажимах падает, а следовательно, снижается и выпрямленное напряжение на зажимах потребителей. В результате одновременного уменьшения напряжения на проводах 63—50, питающих РПГ, наступает момент, когда потенциал точки b плеча измерительного моста оказывается ниже потенциала точки a другого плеча, что приводит к закрытию транзистора $T3$. При очередной подаче положительного потенциала на анод тиристора он откроется, так как по его цепи управления благодаря открытым транзисторам $T1$, $T2$ пройдет ток управления. Цепь питания обмотки возбуждения снова восстановится.

Ток возбуждения начнет увеличиваться, а вместе с ним будет повышаться напряжение на зажимах генератора и потребителей. Дальнейшая работа РНГ и ход процесса регулирования осуществляются вышеописанным способом.

Увеличение скорости движения вагона приводит к сокращению количества включений обмотки возбуждения под питающее напряжение, а следовательно, и к уменьшению среднего значения тока возбуждения. При снижении скорости движения процесс носит обратный характер. В случае остановки вагона напряжение питания всей схемы РНГ становится равным нулю и она прекращает работу.

27. Схема переключающего устройства

Электроснабжение вагона на стоянке обеспечивается от аккумуляторной батареи, а во время движения — от генератора. Переключение силовых цепей из одного режима в другой производится контактором $K1$. Переключающее устройство контролирует скорость вращения генератора и подает питание на катушку контактора $K1$. Схема переключающего устройства (рис. 62) состоит из фильтра Φ и блока электронного реле $У4$. Фильтр контролирует частоту вращения генератора. В него входят двухобмоточный дроссель $Др$, конденсаторы $C7$, $C8$, $C9$ и резистор $R16$. Одна из обмоток дросселя (подмагничивающая) включается в минусовый провод системы электроснабжения (см. рис. 60) и обтекается полным током нагрузки. Другая обмотка получает питание от фаз $1C1$ и $1C2$ через резистор $R16$, конденсатор $C7$ и параллельно соединенные конденсаторы $C8$ и $C9$.

Электронное реле $У4$ выполняет функции промежуточного, усилительного элемента между фильтром и силовым исполнительным звеном — контактором $K1$. Входным напряжением для реле $У4$ служит напряжение U , снимаемое с обмотки дросселя и конденсаторов $C8$, $C9$ и подаваемое через конденсатор $C6$.

Схема фильтра и параметры его элементов подобраны так, что напряжение U становится достаточным для срабатывания реле $У4$ только после того, как частота вращения генератора достигнет определенного уровня.

В начальный период разгона, когда частота вращения генератора меняется от 0 до 600 об/мин, выходное напряжение фильтра не превышает 14 В и не может обеспечить срабатывание реле $У4$. При дальнейшем повышении частоты вращения происходит увеличение этого напряжения до 35 В, что вызывает срабатывание реле $У4$. Подмагничивающая обмотка дросселя, обтекаемая током нагрузки, служит для изменения области частот вращения, при ко-

торых выходное напряжение фильтра достигает напряжения срабатывания. Это необходимо для того, чтобы создать наилучшие условия перехода аккумуляторной батареи от режима разряда к заряду, обеспечив практически бестоковое переключение силовых контактов контактора $K1$. Например, при отсутствии тока нагрузки выходное напряжение фильтра меняется от 14 до 35 В при увеличении частоты вращения с 600 до 900 об/мин. При токе нагрузки порядка 120 А те же изменения напряжения фильтра

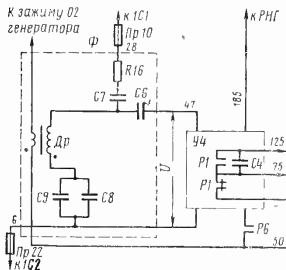


Рис. 62. Схема переключающего устройства с полупроводниковым реле

Отключение контактора KI , т. е. перевод всех потребителей на питание от аккумуляторной батареи, осуществляется при более низкой скорости движения, чем включение. Это позволяет исключить звонковую работу всего устройства (быстрое многократное включение и отключение контактора KI).

применялось электромеханическое. Схема подключения элементов (рис. 63) фильтра практически сохранялась. Выходное напряжение фильтра через конденсатор $C6$ подается на выпрямительный мост, составленный из диодов $D34-D37$.

Порядок работы схемы переключающего устройства с электро-механическим реле тот же, что и с электронным. Использование электронного реле упростило настройку переключающего устройства и повысило точность и стабильность его параметров.

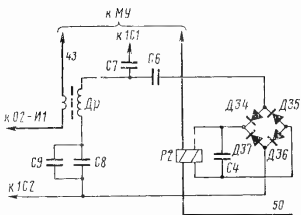


Рис. 63. Схема переключающего устройства с электромеханическим реле

Схема содержит следующие элементы: магнитный усилитель МУ (рис. 64), необходимый для регулирования тока и напряжения заряда аккумуляторной батареи; выпрямительный мост ПП5 — для выпрямления переменного тока; конденсатор $C1$ — для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения; конденсаторы $C5$, $C2$ и $C3$ — для изменения величины тока в обмотке управления ОУ, а также для автоматической компенсации изменения индуктивного сопротивления в обмотке управления магнитного усилителя при

изменении частоты питающего напряжения; переключатель режимов *B2* — для ручного изменения величины тока в обмотке управления магнитного усилителя; температурные реле *У2* и *У3*, выполненные в виде блоков — для автоматического изменения величины тока в обмотке управления; блок *У5*, содержащий терморезисторы *R1—R4* — для контроля изменения температуры воздуха.

При достижении определенной скорости движения поезда срабатывает реле *P1* переключающего устройства *У4* и своим контактом подает питание на катушку контактора *K1*. Одним контактом контактора *K1* аккумуляторная батарея включается на суммарное выпрямленное напряжение двух обмоток генератора: основной трехфазной обмотки через кремниевые выпрямители *Д1—Д6* и дополнительной однофазной через выпрямители *Д7—Д8*. Напряжение основной обмотки поддерживается регулятором напряжения так, чтобы выпрямленное напряжение было 53 ± 3 В. Величина выпрямленного напряжения дополнительной обмотки составляет 10—17 В.

Наибольшее значение зарядного напряжения аккумуляторной батареи может достигать порядка 72 В. Однако не для всех условий работы батареи необходимо поддерживать напряжение такой величины. Для возможности регулирования напряжения (в зависимости от температурных условий) в схеме установлен магнитный

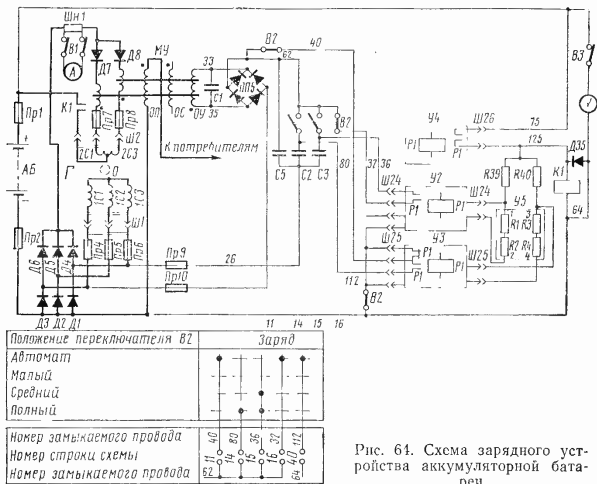


Рис. 61. Схема зарядного устройства аккумуляторной батареи

усилитель. Это позволяет изменять зарядное напряжение в пределах 60—70 В.

Регулирование режима заряда аккумуляторной батареи обеспечивается путем изменения тока в обмотке управления. Чем меньший ток протекает по обмотке управления, тем больше индуктивное сопротивление рабочих обмоток и меньше зарядное напряжение на батарее. Магнитный усилитель имеет в данной схеме и другое назначение. Напряжение на основной обмотке регулируется с помощью тока возбуждения регулятором напряжения генератора. Напряжение дополнительной обмотки зависит от тока возбуждения. Чем больше ток возбуждения, тем больше напряжение дополнительной обмотки. Следовательно, чем больше потребителей находится в работе, тем больший ток протекает в обмотке возбуждения и, следовательно, тем выше напряжение дополнительной обмотки.

Для того чтобы стабилизировать величину напряжения заряда, возрастающего при увеличении напряжения в дополнительной обмотке, в магнитном усилителе имеется обмотка подмагничивания *ОИ*, через которую протекает ток потребителей вагона. Эта обмотка действует таким образом, что с увеличением в ней тока на рабочих обмотках магнитного усилителя происходит увеличение падения напряжения вследствие увеличения их индуктивного сопротивления и, таким образом, достигается частичная стабилизация зарядного напряжения. Обмотка управления магнитного усилителя получает питание от двух фаз основной обмотки через выпрямительный мост *ИИ5*, причем питание на мост поступает по одному проводу непосредственно от фазы генератора, а по другому через конденсаторы *С5*, *С2*, *С3* и контакты переключателя режимов *В2*. В зависимости от положения переключателя изменяется величина включенной в цепь емкости конденсаторов и это определяет ток в обмотке усилителя.

Переключатель *В2* имеет четыре положения, одно из которых «автомат» для автоматического регулирования, а три: «малый», «средний» и «полный» для ручного регулирования. Порядок замыкания контактов переключателя *В2* показан на рис. 64.

В положении переключателя *В2* «малый» размыкаются все его контакты. Переменный ток от провода 26 протекает к мосту *ПП5* через конденсатор *С5*. Емкость этого конденсатора незначительна и по обмотке усилителя идет малый ток. При этом магнитный усилитель обеспечивает наименьший уровень зарядного напряжения. В положении «средний» замыкается контакт *В2* (15) и параллельно конденсатору *С5* подключается конденсатор *С3*. При этом сопротивление цепи уменьшается и от этого увеличивается ток обмотки усилителя, обеспечивая увеличение выходного напряжения магнитного усилителя. В положении «полный» дополнительно замыкается контакт *В2* (14). Одновременное включение конденсаторов *С2*, *С5* и *С3* обеспечивает увеличение тока в обмотке усилителя, а следовательно, и увеличение зарядного напряжения.

При установке переключателя *B2* в положение «автомат» замыкаются контакты *B2* (11), (16) и (40), а остальные контакты размыкаются. При этом все описанные выше переключения производятся автоматически при помощи температурных реле *У2* и *У3*. Если температура воздуха в аккумуляторном ящике, где установлены терморезисторы *R1—R4*, выше 15°C , то переменный ток от провода 26 протекает по конденсатору *C5*. Напряжение на выходе магнитного усилителя соответствует напряжению, как если бы переключатель *B2* был установлен в положение «малый». Уставка температурного реле *У2* выбрана так, что при понижении температуры воздуха ниже 15°C оно срабатывает. Контакт *P1* температурного реле *У2* замыкается и параллельно конденсатору *C5* подключается конденсатор *C3*. Указанный режим соответствует положению переключателя *B2* «средний». Если температура воздуха будет понижаться, то при температуре -10°C сработает температурное реле *У3*. Реле *У3* замкнет контакт *P1* в цепи проводов 40 и 80. При этом переменный ток будет протекать через конденсаторы *C2*, *C5* и *C3*. При повышении температуры воздуха температурные реле *У2* и *У3* произведут обратные переключения, обеспечив соответствующие режимы заряда аккумуляторной батареи при пониженном напряжении.

29. Схема защиты от коммутационных перенапряжений

Появление коммутационных перенапряжений в схеме электропитания вагона при отключении мощных потребителей (книжельника, вентилятора и др.) является одной из отличительных особенностей, присущих системам с подвагонными генераторами. Объясняется это в первую очередь влиянием индуктивности обмоток генератора. При отключении потребителей ток генератора быстро уменьшается, вызывая в его обмотках появление э. д. с. самоиндукции, стремящейся поддержать ток. Поскольку направление э. д. с. самоиндукции в этом случае совпадает с направлением э. д. с. основной обмотки, то в системе происходит кратковременное увеличение напряжения (перенапряжение).

Коммутационные перенапряжения, попадая в цепи питания потребителей, могут оказать на них отрицательное воздействие. Заметно снижает величину перенапряжений аккумуляторная батарея. Поскольку ее зарядное напряжение выше напряжения питания всех остальных потребителей, то в рассматриваемой схеме их цепи разделены. Аккумуляторная батарея получает питание от основного ВО и дополнительного ВД выпрямителей, а остальные потребители только от основного выпрямителя. Для обеспечения демпфирующего действия батареи в схеме имеется специальный диод *Д17* (см. рис. 59). При перенапряжениях на выходе основного выпрямителя, превышающих зарядное напряжение, диод *Д17* открывается, образуя дополнительную цепь зарядного тока и тем

самым снижая амплитуду перенапряжения. Диод *Д17* и аккумуляторная батарея одновременно улучшают форму выходного напряжения основного выпрямителя, уменьшая величину пульсаций. В нормальных условиях работы диод *Д17* исключает возможность подачи более высокого зарядного напряжения к проводам *61* и *161*, от которых питаются потребители и цепи управления.

При обрыве цепи аккумуляторной батареи, что равносильно снятию нагрузки с генератора, возникающие перенапряжения не демпфируются. Такой режим может возникнуть, например, при перегорании плавкой вставки минусового предохранителя *Пр2*.

Для ограничения времени воздействия перенапряжений на потребители в вагоне предусмотрена специальная быстродействующая тиристорная защита, общая схема которой приведена на рис. 65. Принцип работы тиристорной защиты основан на том, что при возникновении повышенного напряжения на шинах *61—50* потребителей к ним через несколько микросекунд тиристором подключается дополнительное низкоомное сопротивление ($0,315 \text{ Ом}$). Нагрузка генератора возрастает, что приводит к снижению его выходного напряжения вследствие увеличения внутреннего падения напряжения. Одновременно тиристорная защита вызывает развозбуждение генератора, отключение цепи питания потребителей и включение аварийной схемы электроснабжения.

Схема тиристорной защиты состоит из двух узлов: исполнительного *И* и управления *У*. Основу исполнительного узла составляет последовательная цепь тиристора *Т13* (*15*) и низкоомного сопротивления, составленного из резисторов *Р17* (*15*) и *Р28* (*14*). Сопротивление каждого из них равно $0,63 \text{ Ом}$. Соединение с минусовым проводом осуществляется между обмоткой магнитного усилителя *ОМУ* и последовательной обмоткой возбуждения *01—02* генератора. В ре-

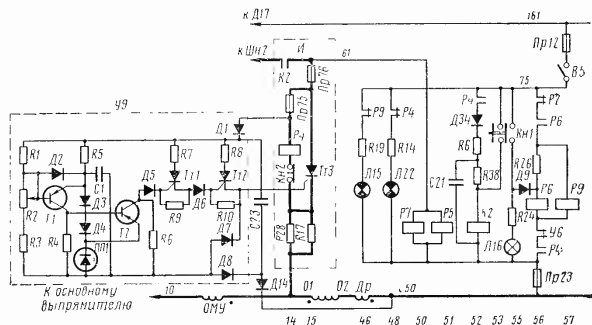


Рис. 65. Схема тиристорной защиты

зультате этого ток защитной цепи (тиристор T_{73} — резисторы) протекает к основному выпрямителю, минуя обмотку возбуждения $01-02$. Этим исключается дополнительное подмагничивание генератора, а следовательно, и увеличение его выходного напряжения.

Необходимые команды от исполнительного узла тиристорной защиты к схеме управления вагона передаются с помощью реле $P4$ (14), включенного через предохранитель $Pr75$ параллельно тиристору T_{73} . Один из замыкающих контактов реле $P4$ (56) находится в общей цепи питания катушек реле $P6$ и $P9$, другой $P4$ (52) в цепи контактора $K2$. Размыкающий контакт реле $P4$ (48) поставлен в цепь питания сигнальной лампы $L22$.

Узел управления $У9$ защиты осуществляет контроль за величиной напряжения потребителей и в случае превышения им установленного значения подает сигнал на открытие тиристора исполнительного узла. Плюс питающего напряжения к узлу управления подается с провода 61 через предохранители $Pr76$, $Pr75$ и диод $D1$. С минусовым проводом 50 узел соединен через диод $D14$. Необходимое сглаживание питающего напряжения обеспечивает конденсатор $C23$. Узел включает в себя измерительную и усилительную части. Первая составлена из двух плеч измерительного моста. Одно из плеч образуют последовательно включенные резисторы $R1$, $R2$, $R3$, а второе — последовательно включенные резистор $R5$, диоды $D3$, $D4$ и стабилитрон $ПП1$. Последние три элемента ($D3$, $D4$, $ПП1$) шунтированы конденсатором $C1$. В диагональ измерительного моста включен переход эмиттер-база транзистора $T1$, шунтированный защитным диодом $D2$. Коллектор транзистора $T1$ через резистор $R4$ соединен с минусовым проводом. Усилительная часть узла управления составлена из транзистора $T2$, тиристоров T_{71} и T_{72} .

Подготовка схемы к работе осуществляется включением на стоянке выключателя $B5$ (57) «управление», что обеспечивает подачу плюса питающего напряжения с провода 161 через предохранитель $Pr12$ и замкнутый контакт $B5$ к общему проводу 75 цепи управления. При этом загораются сигнальные лампы $L15$ «РМ1» и $L22$ «Тир. защита». После нажатия кнопки $Kn1$ одним из ее контактов $Kn1$ (55) напряжение с провода 75 подается через диод $D9$ непосредственно к катушке реле $P6$, а другим контактом $Kn1$ (53) к катушке контактора $K2$, вызывая его включение. Замкнувшийся контакт $K2$ (14) подает плюс питающего напряжения на общий провод 61 , к которому подключены все потребители, тиристорная защита и катушки реле $P7$ (50), $P5$ (51) аварийного освещения.

В нормальном режиме работы тиристор T_{73} отключен, реле $P4$ включено, оно получает питание через замкнутый контакт кнопки $Kn2$ и резисторы $R28$ и $R17$. После включения реле один из его контактов $P4$ (52), замыкаясь при пажатой кнопке $Kn1$, создает еще цепь питания катушки $K2$ от провода 75 через диод $D34$, резисторы $R6$ и $R38$. Вследствие этого контактор $K2$ остается включенным после размыкания кнопки $Kn1$ (53). Второй контакт $P4$

(56), замыкаясь, обеспечивает включение (при замкнутых контактах K_{H1} и $У6$) реле $P6$, которое благодаря своему замкнувшемуся контакту $P6$ (56) встает на самоподхват, получая дополнительную цепь питания от провода 75 через замкнутые контакты $P2$, $P6$ и резистор $R26$. По этой же цепи, но минуя резистор $R26$, получает питание реле $P9$ (57). Сопровождающие резисторы $R26$ (270 Ом), $R6$ и $R38$ (каждое по 180 Ом) подобраны таким образом, чтобы токи, протекающие по катушкам реле, были достаточны для удержания их во включенном положении. Лампы $L15$ (46) и $L22$ (48) после включения реле $P4$ и $P9$ гаснут. Лампа $L16$ (55) « K_{H1} » включается только на время замкнутого состояния контактов K_{H1} . Основное назначение этой лампы — сигнализировать о возможном «залипании» контактов кнопки K_{H1} , что недопустимо, так как отключение контактора $K2$ при срабатывании тиристорной защиты становится невозможным.

Узел управления тиристорной защиты работает следующим образом. Параметры элементов и способ включения эмиттерно-базового перехода транзистора $T1$ выбраны так, что в нормальном режиме потенциал эмиттера оказывается выше потенциала базы, что обеспечивает открытое состояние транзистора. Открытый эмиттерно-коллекторный переход транзистора $T1$ соединяет базу транзистора $T2$, подключенную к коллектору транзистора $T1$, с анодом диода $D3$. Падение напряжения на последовательно соединенных диодах $D3$ и $D4$ обеспечивает запирающее напряжение на транзисторе $T2$ и обрыв цепи. В результате из-за отсутствия питания в цепях управления в закрытом состоянии находятся тиристоры T_{T1} , T_{T2} и T_{T3} .

Появление на проводах 61—50 потребителей перенапряжения, превышающего установленный уровень, приводит к тому, что потенциал базы транзистора $T1$ становится выше фиксированного потенциала эмиттера. Эмиттерно-коллекторный переход транзистора $T1$ запирается. База транзистора $T2$, соединенная через резистор $R4$ с минусовым проводом, оказывается под меньшим потенциалом, чем его эмиттер, соединенный с катодом стабилизатора $ПП1$. Транзистор $T2$ открывается и по цепочке: провод 61 — $Pr76$ — $Pr75$ — диод $D1$ — резистор $R5$ — диоды $D3$, $D4$ — открытый эмиттерно-коллекторный переход транзистора $T2$ — диод $D5$ — управляющий электрод, катод тиристора T_{T1} — диод $D6$ — управляющий электрод, катод тиристора T_{T2} — управляющий электрод, катод тиристора T_{T3} — резисторы $R17$, $R28$ — минусовый провод системы начинает протекать ток управления. Тиристор T_{T1} открывается, шунтируя часть названной цепи и облегчая процесс открытия тиристора T_{T2} , который в свою очередь обеспечивает необходимые условия для открытия тиристора T_{T3} исполнительного узла.

Появление тока в цепи: предохранитель $Pr76$ — тиристор T_{T3} — резисторы $R17$, $R28$ — обмотка магнитного усилителя ОМУ снижает перенапряжение. Открывшийся тиристор T_{T3} шунтирует реле $P4$ (14), которое, потеряв питание, отключается. Один из его контактов $P4$ (56) прекращает подачу питания к катушкам реле $P6$ и $P9$, а второй контакт $P4$ (52) — к катушке контактора $K2$. В резуль-

тате этого одним из контактов $P6$ разрывается цепь возбуждения генератора (см. рис. 60), а другим $P6$ (56) — собственная цепь питания. Разомкнувшийся контакт $K2$ (14) обрывает цепь питания (провод 61) потребителей, вследствие чего теряют питание реле $P5$ (51), $P7$ (50), обеспечивая подключение цепей аварийного освещения к аккумуляторной батарее. Одновременно загораются сигнальные лампы $Л15$ (46) и $Л22$ (48), так как замыкаются контакты $P9$ и $P4$ в их цепях.

При прекращении подачи питания к потребителям отключаются цепи тиристорной защиты и восстанавливается запертое состояние тириستоров $T_{T1} — T_{T3}$. После устранения неисправности, вызвавшей срабатывание тиристорной защиты, работоспособность схемы может быть восстановлена нажатием кнопки $Кн1$.

Функционирование цепей управления при воздействии на них тиристорной защиты может быть проверено путем нажатия кнопки $Кн2$ (14). В этом случае теряет питание реле $P4$, которое производит все вышеописанные переключения, имеющие место при срабатывании тиристорной защиты.

30. Схема защиты от повышения напряжения

Для предотвращения возможности длительного повышения напряжения, подводимого к потребителям, система электроснабжения вагона оборудована специальной схемой защиты. Основным ее элементом является электронное реле (рис. 66), выполненное в виде единого блока $У6$. В случае повышения напряжения выше

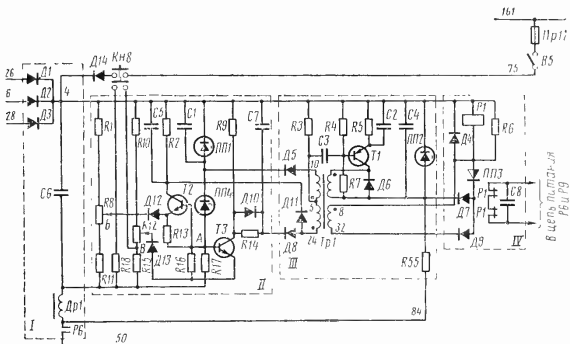


Рис. 66. Схема блока $У6$ электронного реле защиты от повышения напряжения

установленного уровня электронное реле срабатывает, подавая команду в исполнительную часть схемы защиты, основу которой составляют два электромеханических реле: сигнальное *P9* и исполнительное *P6* (см. рис. 65). В основном реле *P9* предназначено для включения сигнальной лампы *Л15* (46) при срабатывании защиты. Реле *P6*, один из контактов которого введен в цепь обмотки возбуждения, выполняет основную защитную функцию, обеспечивая развозбуждение генератора в аварийных ситуациях.

Катушки реле *P6* и *P9* получают питание через четыре последовательно соединенных контакта: реле *P4* — тиристорной защиты, *У6* — защиты от повышения напряжения, *P2* — защиты от перекоса фаз и собственный контакт *P6*. Таким образом, реле *P6* одновременно является исполнительным органом трех защит: от повышения напряжения, от перекоса фаз и тиристорной.

Схема электронного реле *У6* состоит из четырех узлов: питания *I*, измерения *II*, формирования *III*, исполнения *IV*. В узел питания входят диоды *Д1* — *Д3*, конденсатор *С6* и дроссель *Др1*. Диоды *Д1*—*Д3*, соединенные проводами 26, 6, 28 с фазами основной обмотки, подают плюс питающего напряжения к проводу 4 только при работающем генераторе. Конденсатор *С6* и дроссель *Др1* сглаживают пульсации питающего напряжения. С минусовым проводом 50 схема реле *У6* соединяется через замыкающий контакт *P6*. В случае срабатывания защиты этот контакт, размыкаясь, снимает питание с цепей электронного реле.

Измерительный узел *II* содержит два измерительных канала с выдержкой и без выдержки времени. Первый канал состоит из измерительного плеча, образованного последовательно соединенными резисторами *R10*, *R12*, *R15*, плеча опорного напряжения из стабилитронов *ПП1*, *ПП4*, резистора *R17* и транзистора *T3*. Второй канал состоит из измерительного плеча резисторов *R1*, *R8*, *R11* и транзистора *T2*. Плечом опорного напряжения для второго канала, так же как и для первого, служит цепь стабилитронов *ПП1* и *ПП4*. Базы транзисторов *T3* и *T2* соединены вместе и подключены к аноду стабилитрона *ПП4*. В результате потенциал этой общей для транзисторов точки *A*, определяемый напряжением стабилизации стабилитронов *ПП1*, *ПП4*, оказывается фиксированным по отношению к потенциалу общего провода 4. Эмиттер транзистора *T2* через диод *Д12* соединяется с движком *Б* резистора *R8*, а эмиттер транзистора *T3* через диод *Д13* — с движком *В* резистора *R12*. Напряжение, поступающее с конденсатора *С6* на измерительные плечи первого и второго каналов, распределяется по резисторам в соответствии с величиной их сопротивлений. Соотношения этих сопротивлений подобраны так, что в нормальном режиме работы потенциалы эмиттеров транзисторов *T2* и *T3* оказываются выше потенциала их объединенных баз, определяемого параметрами стабилитронов *ПП1* и *ПП4*. В этом случае оба транзистора закрыты. Изменением положения движков *Б* и *В* можно менять потенциалы эмиттеров транзисторов *T2* и *T3* по отношению к потенциалу прово-

да 4, чем достигается регулировка уставок срабатывания каждого из каналов.

При открытии любого из двух транзисторов $T2$ или $T3$ измерительного узла через резистор $R3$ и диоды $D8$ или $D11$ получает питание обмотка 5—24 трансформатора $Tr1$ узла формирования III , основу которого составляет ждущий блокинг-генератор. Стабилизированное напряжение питания для блокинг-генератора снимается со стабилитрона $ПП2$, параллельно которому включен конденсатор $C4$.

Основное назначение блокинг-генератора состоит в том, чтобы при подаче питания (входного сигнала) на обмотку 5—24 обеспечить на выходе серию импульсов напряжения. Эти импульсы, снимаемые с выходной обмотки 8—32 трансформатора, через диод $D9$ открывают переключающий диод (дирижёр) $ПП3$ исполнительного узла, обеспечивая тем самым подачу питания к реле $P1$. Если транзисторы $T2$ и $T3$ закрыты, то обмотка 5—24 не получает питания, а блокинг-генератор находится в нерабочем (заторможенном) состоянии, что достигается подачей питания к обмотке 5—10 трансформатора $Tr1$ через резистор $R3$ и диод $D5$ со стабилитрона $ПП1$.

Основным элементом исполнительного узла IV является электромеханическое реле $P1$, шунтированное резистором $R6$ и диодом $D4$, облегчающими работу реле в установившемся и переходном режимах. При открытом переключающем диоде $ПП3$ резистор $R55$ и стабилитрон $ПП2$ обеспечивают для реле $P1$ необходимый уровень стабилизированного питающего напряжения. При обрыве цепи питания реле $P1$ диод $D4$ исключает возможность появления перенапряжения на катушке реле. Напряжение пробоя (переключения) $ПП3$ выбирается более высоким, чем напряжение питания электронного реле (напряжение между проводами 4 и 50), вследствие чего в нормальных условиях переключающий диод $ПП3$ заперт и реле $P1$ не будет получать питания. Открывается $ПП3$ только при воздействии импульсов напряжения, генерируемых в обмотке 8—32 трансформатора $Tr1$ при работе блокинг-генератора. Размыкающие контакты реле $P1$ включены в цепь питания реле $P6$ и $P9$.

Блок $У6$ электронного реле работает следующим образом. После замыкания контакта выключателя $B5$ «управление» нажатием кнопки $Кн1$ восстанавливаются цепи защитного реле $P6$ (см. рис. 65). Замкнувшийся контакт $P6$ соединяет цепи реле с проводом 50. При нормальном рабочем напряжении в схеме электроснабжения транзисторы $T2$ и $T3$ заперты, запускающий сигнал на входе узла формирования отсутствует (нет тока в обмотке 5—24), а ток, протекающий по обмотке 5—10 трансформатора $Tr1$, обеспечивает затормаживание блокинг-генератора. Транзистор $T1$ закрыт. Напряжение на обмотке 8—32 трансформатора отсутствует, а реле $P1$ не получает питания. Замкнутые контакты $P1$ не нарушают целостности цепи реле $P6$ и схема электроснабжения продолжает работать обычным порядком.

При повышении напряжения на конденсаторе *C6*, а следовательно, и на резисторах *R1*, *R8*, *R11* и *R10*, *R12*, *R15* потенциалы эмиттеров транзисторов *T2* и *T3* относительно провода 4 уменьшаются. Потенциал баз обоих транзисторов (точка *A*) относительно того же провода не меняется. Каждый из транзисторов откроется в том случае, если потенциал его эмиттера станет ниже потенциала базы. Движки резисторов *R8* и *R12* установлены так, что транзистор *T3* измерительного канала с выдержкой времени открывается при напряжении, превышающем нормальное на 15—20%, а транзистор *T2* канала без выдержки времени — при напряжении, превышающем нормальное на 30—40%.

В случае открытия транзистора *T3* начинает заряжаться конденсатор *C7* по цепи: резистор *R14*, коллектор-эмиттер транзистора *T3*, диод *D13*, резисторы *R12* и *R15*. Напряжение на конденсаторе *C7* увеличивается. Начало работы блокинг-генератора поставлено в зависимость от соотношения напряжений на конденсаторе *C7*, питающем обмотку 5—24 трансформатора *Tr1* через резистор *R3* и диод *D8*, и напряжения на стабилитроне *ПП1*, питающем обмотку 5—10 того же трансформатора через резистор *R3* и диод *D5*. Как только напряжение на конденсаторе *C7* становится выше напряжения на *ПП1*, начинает работать блокинг-генератор. Если за время действия повышенного напряжения, определяющего продолжительность открытого состояния транзистора *T3*, конденсатор *C7* ее успевает зарядиться до напряжения, превышающего напряжение на стабилитроне *ПП1*, то блокинг-генератор в работу не вступает. Зарядная цепь конденсатора *C7* после закрытия транзистора *T3* обрывается и он разряжается по цепи резистора *R9* и диода *D10*. Схема защиты не срабатывает, оставаясь в своем начальном состоянии.

Если же напряжение на конденсаторе *C7* за время действия повышенного напряжения превысит напряжение на стабилитроне *ПП1*, то начинает работать блокинг-генератор. Импульсы напряжения, генерируемые в выходной обмотке 8—32 трансформатора *Tr1* и прикладываемые через диод *D9* к переключающему диоду *ПП3*, обеспечивают его открытие. Обмотка реле *P1* по цепи: открытый переключающий диод *ПП3*, диод *D7*, резистор *R55*, замкнутый контакт *P6* включается под напряжение. После срабатывания реле его контакты *P1* обрывают цепь питания катушек *P6* и *P9*. При отключении реле один из контактов *P6* разрывает цепь обмотки возбуждения, второй контакт *P6* обрывает цепь питания реле *У6*, а третий контакт *P6* (см. рис. 65) создает дополнительный разрыв в цепи питания реле *P6* и *P9*, исключая их самовосстановление. После потери питания реле *У6* контакты *P1* замыкаются, но катушки реле *P6* и *P9* вследствие наличия в их цепи питания собственного разомкнутого контакта *P6* (56) продолжают оставаться отключенными. Замкнувшийся контакт *P9* (46) включает сигнальную лампу *Л15* (46).

Если повышение напряжения на основной обмотке генератора достигнет величины, при которой открывается транзистор *T2*,

то без выдержки времени начнет работу блокинг-генератор и срабатывает защита. Ток от обмотки 5—24 трансформатора $Tr1$ в этом случае протекает по цепи: диод $D11$, коллектор-эмиттер транзистора $T2$, диод $D12$, резисторы $R8$, $R11$. Дальнейшая работа схемы происходит так же, как описано выше.

Во время стоянки при неработающем генераторе для проверки функционирования защиты от повышения напряжения необходимо нажать кнопку $Kн8$. В этом случае плюс питающего напряжения с провода 75 через замкнутые контакты кнопки $Kн8$ и диод $D14$ подается на провод 4 защиты. Одновременно второй парой контактов кнопки $Kн8$ параллельно резистору $R15$ включается резистор $R18$. Изменение (уменьшение) потенциала точки B вызывает открытие транзистора $T3$ и срабатывание защиты, о котором можно судить по включающейся сигнальной лампе $Л15$.

После размыкания контакта $P6$ ток по цепям электронного реле $У6$ не протекает. Реле $P1$ отключается, а переключающий диод $ППЗ$ переходит в закрытое состояние, подготавливая цепи к работе. Восстановление работоспособности схемы электроснабжения после устранения причин, вызвавших срабатывание защиты, обеспечивается нажатием кнопки $Kн1$ (см. рис. 65).

31. Схема защиты от понижения напряжения

Схема защиты от понижения напряжения предусмотрена для того, чтобы исключить возможность недопустимого разряда аккумуляторной батареи.

Основным элементом защиты является реле $РПН$, которое контролирует величину напряжения аккумуляторной батареи и осуществляет необходимые переключения в схеме.

Катушка $РПН$ получает питание от проводов 161 (рис. 67) и 50 по цепи: предохранитель $Пр12$ (55) — выключатель $B5$ — резистор $R23$ (54) — катушка $РПН$ — контакт $P4$ — предохранитель $Пр23$. Для ограничения тока, протекающего по катушке $РПН$, служит резистор $R23$, сопротивление которого (50 Ом) подбирается таким образом, чтобы при заданном напряжении ток в катушке $РПН$ был ниже тока удержания, что обеспечит отключение реле. Одновременно $R23$ исключает самопроизвольное включение реле $РПН$ (вос-

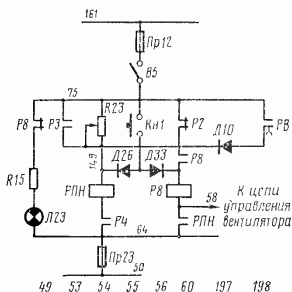


Рис. 67. Схема защиты от понижения напряжения

становление защиты) при включении выключателя *B5*, так как протекающий по катушке ток недостаточен для включения реле. Об отключенном состоянии реле *РПН* свидетельствует горящая сигнальная лампа *Л23* (49) «Обрыв фаз, *РПН*», получающая питание через замкнутый контакт *P8*. Промежуточное реле *P8* (60) при отключенном реле *РПН* не получает питания, так как разомкнут контакт *РПН* (60), находящийся в его цепи.

Для восстановления защиты предусмотрена кнопка *Кн1* (55—56), при нажатии которой по цепи диода *Д26* подается питание непосредственно к катушке *РПН*, минуя сопротивление резистора *R23*. Поскольку, одновременно второй контакт кнопки *Кн1* обеспечивает восстановление тиристорной защиты и замыкание контакта *P4* (54) в цепи катушки *РПН*, то реле включается. Замкнувшийся контакт *РПН* при нажатой кнопке *Кн1* обеспечивает включение промежуточного реле *P8* по цепи: контакт *Кн1* — диод *Д33* — катушка *P8* — контакт *РПН*. Этот же контакт *РПН* соединяет провод 58 цепей управления вентилятора с минусовым проводом 50. После включения промежуточное реле *P8* одним из своих контактов *P8* (60) становится на самоподхват, вторым контактом *P8* (49) обрывает цепь питания сигнальной лампы *Л23*, а третьим *P8* подготавливает к работе цепь преобразователя люминесцентного освещения. В нормальном режиме работы (разомкнут контакт *Кн1*) включенное состояние реле *P8* определяется в состоянии защиты от перекоса фаз, замкнутый контакт *P2* (60) которой введен в цепь питания реле.

Разделительные диоды *Д26*, *Д33*, обеспечивая при нажатой кнопке *Кн1* возможность одновременной подачи питания к катушкам *P8* и *РПН*, исключают подпитку этих же катушек от цепей друг друга при отключенной кнопке.

Включенное состояние реле *РПН* сохраняется, если напряжение аккумуляторной батареи превышает уставку срабатывания (отпадания) реле. Если напряжение аккумуляторной батареи снижается ниже уставки, то якорь реле *РПН* отпадает. При этом его разомкнувшийся контакт *РПН* (60) снимает питание с цепей управления вентилятора и отключает реле *P8*, которое своими контактами отключает преобразователь люминесцентного освещения, собственную цепь питания и включает сигнальную лампу *Л23* (49). После включения контактора *К1*, т. е. при зарядке аккумуляторной батареи, восстановление реле *РПН* производится вышеописанным способом.

Для исключения ложных срабатываний реле *РПН* на стоянке при кратковременных понижениях питающего напряжения (напряжение аккумуляторной батареи), имеющих место в случае пуска двигателя вентилятора или преобразователя люминесцентного освещения, предусмотрено шунтирование резистора *R23* (54) контактом реле времени *PВ* (198) через диод *Д10* (197). Контакт *PВ*, замыкающийся в указанных режимах, имеет выдержку времени на отпадение. Закорачивание сопротивления *R23* в цепи катушки *РПН* на время включения реле времени *PВ* позволяет сохранить ток в ка-

тушке *РПН* на уровне, обеспечивающем удержание реле во включенном состоянии в процессе пуска и разгона указанных двигателей.

При работающем генераторе замыкающий контакт *РЗ* (53) замыкает резистор *Р23*, обеспечивая нечувствительность реле *РПН* к возможным понижениям напряжения при пуске электрических машин.

32. Схема защиты от перекоса фаз генератора

При обрыве цепи одной из фаз генератор попадает в режим перегрузки. Во избежание этого предусмотрена специальная защита генератора от перекоса фаз, которая исключает возможность его работы при нарушении симметрии выходного напряжения.

Основу защиты составляет реле *Р2* (рис. 68), получающее питание от выпрямительного моста *ПП6*. Параллельно обмотке реле *Р2* включены: стабилитрон *ПП4*, ограничивающий подводимое к обмотке напряжение и сглаживающий конденсатор *С19*.

Вход выпрямительного моста *ПП6* включен между нулевой точкой *0* генератора и искусственной нулевой точкой *01*, образованной тремя одинаковыми резисторами *Р41*, *Р42* и *Р43* (по 160 Ом), соединенными по схеме «звезда». Они подключены через предохранители к трем фазам *1С3*, *1С2*, *1С1* основной обмотки генератора.

В нормальном режиме работы генератора, когда целы плавкие вставки всех шести предохранителей, потенциалы точек *0* и *01* одинаковы. Напряжение на входе и выходе выпрямительного моста *ПП6* отсутствует и реле *Р2* находится в отключенном состоянии, а его контакты в цепях реле *Р6* (56), *Р9* (57) (см. рис. 65) и *Р8* (60) (см. рис. 67) замкнуты.

В аварийном режиме в случае обрыва цепи одной из фаз основной обмотки генератора или при однофазном коротком замыкании

между точками *0* и *01* появляется переменное напряжение, обеспечивающее срабатывание реле *Р2*. Один из разомкнувшихся контактов *Р2* отключает реле *Р6* (56) и *Р9* (57), второй контакт *Р2* отключает *Р8*. Отключение контактов *Р6* и *Р9* приводит к развозбуждению генератора и переключению потребителей на аккумуляторную батарею, включению сигнальной лампы *Л15* и другим переключениям в схеме, рассмотренным в п. 30. Реле *Р8*, отключаясь одним из своих контактов *Р8*, создает дополнительный разрыв в собственной цепи

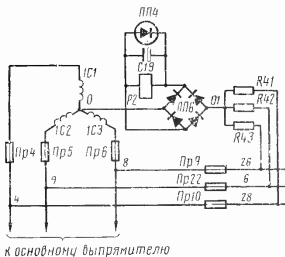


Рис. 68. Схема защиты от перекоса фаз генератора

питания, а другим контактом *P8* (49) включает через резистор *R15* сигнальную лампу *Л23*. Таким образом, при срабатывании реле *P2* одновременно включаются две сигнальные лампы *Л15* и *Л23*, в то время как при срабатывании реле максимального напряжения (*У6*) только одна *Л15*.

После развозбуждения генератора, сопровождающегося снижением э. д. с. в его обмотках, возможно отключение реле *P2*. Но несмотря на замыкание контактов *P2* (56) и *P2* (60) в цепях реле *P6* и *P8*, последние остаются отключенными вследствие наличия собственных разомкнутых контактов в своих же цепях. Таким образом, реле *P8* служит для того, чтобы лампа *Л23* продолжала гореть и после того, как реле *P2* отключится. Восстановление работоспособности схемы нажатием кнопки *Ки1* может быть произведено только после устранения возникшей неисправности.

33. Схема сигнализации замыкания на корпус

Электроснабжение потребителей пассажирских вагонов осуществляется по двухпроводной системе. Плюсовой и минусовый провода, подходящие к каждому потребителю, изолированы от корпуса вагона. При такой системе нарушение изоляции в любой точке электрической цепи и замыкание на корпус не вызывают каких-либо изменений в работе электрического оборудования. Это обстоятельство используют, в частности, для питания по однопроводной системе цепей освещения и сигнализации соседнего вагона с неисправной системой электроснабжения. Плюс питающего напряжения подается через однопроводную магистраль и межвагонное соединение. Минусовый провод соединяется с корпусом вагона и таким образом вторым проводом служат корпуса обоих вагонов и рельсы.

Заземление в одной точке двухпроводной системы не вносит каких-либо изменений в ее работу, но в таком случае может возникнуть опасность аварийных режимов при замыкании цепи во второй точке, т. е. может образоваться цепь полного или ограниченного короткого замыкания, на которые токовую защиту настроить практически невозможно (так как токи замыкания по величине могут не отличаться от рабочих токов). Длительное протекание токов ограниченного короткого замыкания вызывает перегрев в первую очередь места короткого замыкания, а также проводов и аппаратуры, что создает угрозу повреждения оборудования и возникновения пожара.

Для предотвращения такого аварийного режима на вагоне устанавливают специальную сигнализацию. Устройства сигнализации непрерывно контролируют величину сопротивления изоляции всей системы электроснабжения. В случае снижения изоляции или замыкания на корпус изменением яркости свечения соответствующих ламп проводник оповещается о ненормальности в электрических цепях.

Рассмотрим устройство такой сигнализации. Между плюсовым проводом 191 и минусовым 52 через резисторы $R20$ и $R21$ включены последовательно две лампы $Л13$ и $Л14$ (рис. 69). Лампы установлены на панели пульта управления и таким образом постоянно находятся в поле зрения проводника вагона. Средняя точка провода 100 между лампами соединена с корпусом вагона. Это соединение играет основную роль в контроле изоляции всех цепей вагона от корпуса. Цепь контроля изоляции получает питание от тех же проводов 191 (плюс) и 52 (минус), от которых питаются ответственные цепи сигнализации защиты и освещения. Рассматриваемая цепь защищена предохранителями $Пр19$ и $Пр20$. Кроме того, в цепи ламп имеются выключатели $В10$ и $В11$ для проверки изоляции батареи.

При нормальной работе системы электроснабжения выключатели $В10$ и $В11$ включены и лампы $Л13$ и $Л14$ горят; вследствие последовательного соединения горят вполнакала и с одинаковой яркостью, так как через них протекает один и тот же ток.

При нарушении изоляции какой-либо точки двухпроводной системы, например точки A минусового провода, режим работы цепи сигнализации изменится. В этом случае ток, проходящий через лампу $Л13$ в точке 100, будет протекать по двум цепям: по цепи лампы

$Л14$ и по корпусу вагона (штриховая линия) через переходное сопротивление места замыкания. Очевидно, что ток лампы $Л14$ меньше тока лампы $Л13$ и поэтому лампа $Л14$ будет гореть менее ярко, чем лампа $Л13$. Если точка A соединена с корпусом вагона ($R_{пер} = 0$), то цепь лампы $Л14$ окажется зашунтированной короткозамкнутой цепью через корпус вагона. Лампа $Л14$ гореть не будет, а лампа $Л13$ будет гореть с полным накалом.

Аналогичный режим в схеме сигнализации будет при нарушении изоляции и замыкании на корпус какой-либо точки плюсового провода. При этом лампа $Л13$ будет гореть менее ярко, чем лампа $Л14$. В случае глухого замыкания плюсового провода на корпус вагона лампа $Л13$ погаснет, а лампа $Л14$ будет гореть с полным накалом.

Таким образом, одинаковое горение ламп свидетельствует о нормальной изоляции двухпроводной системы. Несимметричное горение ламп сигнализирует о нарушении изоляции электрических цепей и замыкании их на корпус. Определить, в какой части электрической схемы произошло замыкание на корпус, можно путем

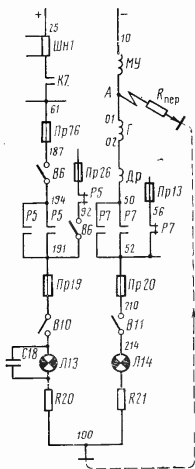


Рис. 69. Схема сигнализации замыкания на корпус

последовательного, поочередного отключения различных участков электрической схемы. Если после отключения какой-то цепи сигнальные лампы вновь станут гореть одинаково, значит замыкание на корпус произошло именно в этом участке электрической схемы. Чаще всего изоляция нарушается в местах, где электрическая проводка находится в среде влаги и снега (в электронагревательных элементах кипятильника, в клеммовых разветвительных коробках системы контроля нагрева букс, в сигнальных наружных фонарях и т. п.).

Исправность схемы сигнализации необходимо регулярно проверять. Особенно важно проверять наличие соединения средней точки ламп с корпусом вагона. При нарушении соединения с корпусом вагона лампы всегда будут гореть с одинаковой яркостью независимо от состояния изоляции, т. е. такая сигнализация будет вводить в заблуждение обслуживающий персонал.

34. Схема противоюзного устройства

Проскальзывание колес вагона при торможении (юзование) нарушает поверхность их катания и этим создается угроза безопасности движения особенно при высоких скоростях. Поэтому на вагонах предусмотрено противоюзное устройство, которое предназначено для быстрого автоматического прекращения юза, возможного вследствие чрезмерного нажатия тормозных колодок (или дисков при дисковых тормозах), а также из-за ухудшения условий сцепления колес с рельсами.

При начале юзования во избежание повреждения поверхности катания колес необходимо быстро уменьшить величину нажатия тормозных колодок (или дисков). Это обеспечивается тем, что при электрическом сигнале при помощи реле давления *P13* или *P16* (рис. 70) открывается выход воздуха из главного тормозного цилиндра. Однако по условиям безопасности движения нельзя совсем исключить вагон из торможения. Поэтому как только юз прекратится, тормозное устройство вновь вступает в действие. Обеспечивается это также при помощи реле давления *P13* или *P16*, которые при уменьшении давления воздуха в тормозном цилиндре до определенной величины перекрывают сообщение тормозного цилиндра с атмосферой и он вновь наполняется воздухом.

Электрическая схема противоюзного устройства содержит: механические датчики юза *Э12—Э15*, расположенные на торцевой части каждой из четырех колесных пар и замыкающие свои контакты при возникновении юзования; реле давления *P13* и *P16*, обеспечивающие регулирование давления воздуха, поступающего в тормозные цилиндры (главный и запасной), а также обеспечивающие выпуск воздуха из главного цилиндра при начале юзования; промежуточные реле *P14* и *P15*, подготавливающие схему к моменту юзования; штепсельные соединения *Ш5* и *Ш6*, при помощи которых элек-

трическая часть схемы, расположенная внутри вагона, соединяется с подвагонной.

Принципиальная электрическая схема противоюзного устройства для вагонов с колодочными тормозами приведена на рис. 70, а, а для вагонов с дисковыми тормозами на рис. 70, б. Принцип работы обоих устройств аналогичен, поэтому работу схемы разберем на примере одной из них (см. рис. 70, а). При начале торможения одновременно с поступлением воздуха в тормозной цилиндр наполняется воздухом полость реле давления $P13$. В реле давления имеются два подпружиненных поршня, один из которых при поступлении воздуха замыкает контакт $P13$, а другой — закрывает клапан, сообщающий полость реле давления с атмосферой.

При возникновении проскальзывания одной из колесных пар (или юза) в процессе торможения происходит кратковременное замыкание контактов того механического датчика юза ($\mathcal{J}12—\mathcal{J}15$), который установлен на данной колесной паре. В результате этого промежуточное реле $P14$ получает питание и замыкает свои замыкающие контакты. Один замкнувшийся контакт ставит реле $P14$ на самоподхват через замкнутый контакт $P13$ реле давления. Вследствие этого при размыкании ($\mathcal{J}12—\mathcal{J}15$) катушка реле $P14$ не обесточивается. Другой контакт $P14$ обеспечивает питание катушки реле давления $P13$. Под действием тока катушки в реле давления $P13$ перемещается поршень, который выпускает воздух из полости реле давления $P13$, в результате чего происходит выпуск воздуха и из тормозного цилиндра. Как только давление воздуха внутри реле давления понизится, под действием пружины приходит в действие другой поршень, который размыкает контакт $P13$ в цепи катушек реле давления $P13$ и реле $P14$ и они обе обесточиваются.

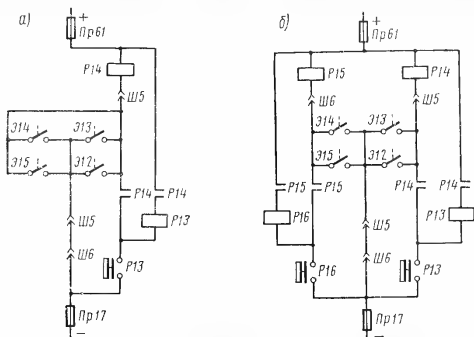


Рис. 70. Схема противоюзного устройства вагонов:
а — с колодочными тормозами; б — с дисковыми тормозами

После обесточивания катушки *P13* поршень, который обеспечил выпуск воздуха из реле давления, под действием пружины вновь возвращается в исходное положение и закрывает выпускной клапан. При этом вновь происходит наполнение воздухом полости реле давления и тормозного цилиндра. Приходит в действие поршень, замыкающий контакт *P13*, и схема противоюзного устройства вновь подготавливается к работе.

Описанная схема противоюзного устройства вагона с колодочными тормозами имеет отличие от вагона с дисковыми только в том, что на ней установлены одно реле давления и один тормозной цилиндр. На вагоне с дисковыми тормозами установлены два реле давления и два тормозных цилиндра. В результате этого на вагоне с дисковыми тормозами происходит растормаживание только одной тележки (двух колесных пар), а не четырех колесных пар, как на вагоне с колодочными тормозами. В настоящее время вагоны модели 61-425 выпускаются с колодочными тормозами.

35. Схема контроля нагрева роликовых букс

Все буксы тележек пассажирских вагонов оборудованы роликовыми подшипниками. От их исправной работы в значительной мере зависит безопасность движения поезда. Отсюда определяется необходимость постоянного контроля за их состоянием.

Большинство неисправностей подшипников (перекосы, трещины и т. д.) приводят к быстрому нагреванию буксы. Для контроля температуры буксы в верхнюю ее часть корпуса ввинчивают специальные датчики.

Поскольку датчики нагрева букс работают на принципе плавления специальной легкоплавкой вставки, замыкающей концы двух проводов внутри термодатчика, то контроль состояния роликовых букс сводится к контролю целостности плавких вставок. Состояние последних контролируется реле, включенным в электрическую цепь всех последовательно соединенных датчиков. Электрическая схема контроля нагрева роликовых букс содержит: датчики нагрева *Э1* — *Э8* (рис. 71), устанавливаемые в корпусе каждой буксы; реле *P10* (типа МКУ-48С), контролирующее целостность электрической цепи датчиков (при срабатывании одного из них оно замыкает цепь звонка и сигнальные лампы); сигнальную лампу *Л12* и звонок *Зв1*, извещающие проводников вагона о срабатывании одного из датчиков; диод *Д57*, резистор *R25*, установленные в схему для защиты лампы от перенапряжений, возникающих при разрыве цепи звонка; штенсельные соединения *Ш5* и *Ш6* для подключения датчиков к схеме.

Все элементы схемы, кроме датчиков нагрева *Э1*—*Э8*, установленных под вагоном, расположены в пульте управления.

В рабочем состоянии, когда переключатель *B7*, необходимый для проверки схемы, замкнут, реле *P10* получает питание через все

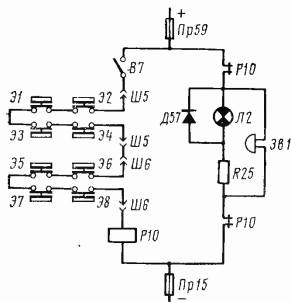


Рис. 71. Схема контроля нагрева роликовых букс

последовательно соединенные датчики нагрева Э1—Э8. При этом его контакты *P10* в цепи сигнальной лампы *Л2* и звонка *Зв1* разомкнуты. При срабатывании одного из датчиков (размыкание цепи) цепь реле *P10* разрывается и его контактами замыкается цепь сигнальной лампы *Л2* и звонка *Зв1*, которые извещают проводника о срабатывании устройства контроля нагрева букс. При этом проводник должен принять меры к остановке поезда и выявлению с помощью поездного электрооператора и бригадира поезда причины срабатывания датчика. При ложном срабатывании (если, на-

пример, температура буксы, проверенная на ощупь, не отличается от соседних) необходимо отключить неисправный датчик, закоротив его, и на ближайшем ПТО заменить датчик на исправный.

Следует иметь в виду, что к срабатыванию устройства контроля нагрева роликовых букс может привести не только разрыв цепи внутри датчика, но и любой другой разрыв цепи, например, нарушение соединений в *Ш5*, *Ш6*, обрыв цепи катушки реле и др.

Для проверки исправности схемы контроля роликовых букс в цепь датчиков поставлен нережектор *В7*, расположенный на лицевой панели пульта управления. Для проверки работы схемы его нужно из положения «нормально» поставить в положение «проверка». При этом в купе проводника должна загореться сигнальная лампа *Л2* и зазвонит звонок *Зв1*. Это указывает на то, что схема исправна и готова к работе (предохранители целы, контакты реле обеспечивают замыкание цепи лампы и звонка и т. д.).

36. Схемы сигнализации наполнения баков и вызывной сигнализации

Для того чтобы не допустить переполнения бака системы водоснабжения вагона, установлена световая сигнализация. Основными элементами схемы являются: три датчика налива воды Э9, Э10 и Э11 (рис. 72), два из которых Э9 и Э10 установлены внутри наливных труб с разных сторон вагона, а один Э11 в верхней части наливного бака. В схему входят также два промежуточных реле *P11* и *P12* (типа МКУ-48С), установленные в пульте управления, и две сигнальные лампы *Л5* и *Л6*, смонтированные с разных сторон вагона у патрубков наливных труб. Тумблер *В8*, располо-

женный на панели управления, включается на время заливки воды в баки.

Во время налива воды через наливную трубу замыкается один из датчиков $\mathcal{E}9$ или $\mathcal{E}10$ в зависимости от того, с какой стороны вагона производится заливка воды. Реле $P11$ получает питание и замыкает контакты в цепи реле $P12$, подготавливая его к включению. Однако оно остается обесточенным, так как его цепь разомкнута контактом датчика $\mathcal{E}11$. Когда уровень воды в баке достигнет датчика $\mathcal{E}11$, цепь реле $P12$ замкнется и своими контактами включит обе сигнальные лампы $L5$ и $L6$, которые сигнализируют заправщику о необходимости прекращения налива воды.

После окончания налива вода из наливных труб уходит, поэтому датчик $\mathcal{E}9$ (или $\mathcal{E}10$) размыкает цепь реле $P11$. Последнее размыкает цепь реле $P12$ и световой сигнал отключается.

Принцип действия датчиков налива воды $\mathcal{E}11$, $\mathcal{E}10$, $\mathcal{E}9$ основан на прохождении электрического тока через жидкость, заполняющую пространство между полюсами датчиков. Однако при этом вода служит проводником электрического тока и между полюсами датчиков и корпусом вестовой трубы (утечка тока, образуемого между датчиком $\mathcal{E}11$ и корпусом бака, не учитывается, так как его цепь обесточивается при размыкании датчиков $\mathcal{E}10$ или $\mathcal{E}9$). В результате этого в период наполнения системы водоснабжения водой и после окончания налива на период просыхания водяной пленки наблюдается временное ложное срабатывание лампочек контроля изоляции сопротивления электрических цепей вагона. Поскольку отрицательный полюс датчиков $\mathcal{E}9$ ($\mathcal{E}10$) расположен ближе к корпусу вестовой трубы, то переходное сопротивление между ними значительно ниже, чем между положительным полюсом и корпусом трубы. По этой причине в полный накал загорается лампа со знаком «—» и гаснет лампа со знаком «+». Временное загорание лампы со знаком «—», сигнализирующей о снижении сопротивления изоляции, на вышеописанный период можно считать нормальным. Однако чтобы это явление не нарушало контроля за общим состоянием сопротивления изоляции электрических цепей вагона, необходимо своевременно (после окончания налива) выключать тумблер $B8$.

Для вызова проводника к торцовым дверям вагона установлена звонковая и световая сигнализация. Кнопки установлены с внешней стороны вагона (у каждой двери); звонок и сигнальные лампы,

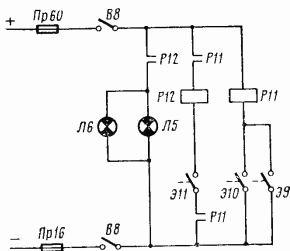


Рис. 72. Схема сигнализации наполнения водяных баков

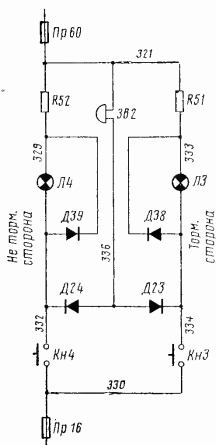


Рис. 73. Схема вызывной сигнализации

указывающие с какого торца поступил вызов, установлены в служебном купе.

Схема вызывной сигнализации состоит из звонка Зв2 (рис. 73); двух сигнальных ламп Л4 и Л3, сигнализирующих с какой стороны вагона подается сигнал; двух кнопок Кн4 и Кн3; двух сопротивлений R52 и R51 для ограничения напряжения на лампах и диодах Д39, Д38, Д24 и Д23. Диоды Д24 и Д23 разделяют цепи для того, чтобы при нажатой кнопке Кн3 горела только одна лампа Л3, а при нажатой кнопке Кн4 — лампа Л4. Диоды Д38 и Д39, шунтирующие лампы, поставлены для защиты ламп от перенапряжений, которые могут возникнуть при работе звонка, в моменты размыкания его цепи. Например, при возникновении э. д. с. самоиндукции в звонке (она направлена вниз) цепь замыкается с одной стороны через диоды Д24, Д39 (минуя лампу) — резистор R52 и с другой — через диоды Д23, Д38 и резистор R51.

При нажатии одной из кнопок, например Кн3, расположенной у торцевой двери тормозной стороны вагона, в купе проводника звонит звонок Зв2 и загорается одна лампа Л3, сигнализируя проводнику, что его вызывают к торцевой двери тормозной стороны вагона.

37. Схема управления отоплением с одновременным включением групп

Схема управления комбинированным отоплением, приведенная на рис. 74, разработана применительно к силовой схеме (см. рис. 57) с одновременным включением обеих групп нагревательных элементов. Исполнительной частью схемы управления является контактор К8, осуществляющий включение нагревательных элементов. Катушка К8 (62) получает питание от провода 503 по цепи контактов реле Э38, Э39 и Э42, регулировочного реле Р25 и дифференциального реле Р28.

Сигнальные лампы Л90 (60), Л91 (58) и Л92 (59) показывают состояние высоковольтной схемы отопления. Лампа Л90 загорается при наличии высокого напряжения и включенном контакторе К8. Лампа Л91 загорается при включении К8 независимо от того, есть ли напряжение в высоковольтной магистрали. Лампа Л92 включается при срабатывании дифференциального реле Р28.

Режим работы котла находится под контролем трех датчиков. Один из них 343 (52) контролирует уровень воды, два другие 370 (54) и 344 (56) температуру. Датчик 370 срабатывает при температуре воды 85° С, а 344 — при температуре 95° С. Сигналы, поступающие от датчиков, усиливаются при помощи специальных полупроводниковых реле 336, 369 (54) и 337 (56), исполнительные контакты которых находятся в схеме управления отоплением. Поскольку полупроводниковые реле чувствительны к колебаниям напряжения, то их входы шунтированы стабилизаторами ПП16—ПП19. Исполнительным элементом реле 336 служит промежуточное реле Р24 (46), в цепь питания которого введены размыкающие контакты 336. В этой же цепи находится и собственный замыкающий контакт Р24. Исполнительным элементом реле 369 и 337 служит реле Р25 (47), в цепь питания которого включены их контакты 337 (50) и 369 (51). Ртутные термоконтакты Тп8 (49)—Тп11 (53) и исполнительное реле Р25 (47) осуществляют автоматический режим работы системы отопления, поддерживающий в вагоне заданную температуру. Ручной или автоматический режим работы схемы обеспечивается переключателем В57 «отопление», порядок замыкания кон-

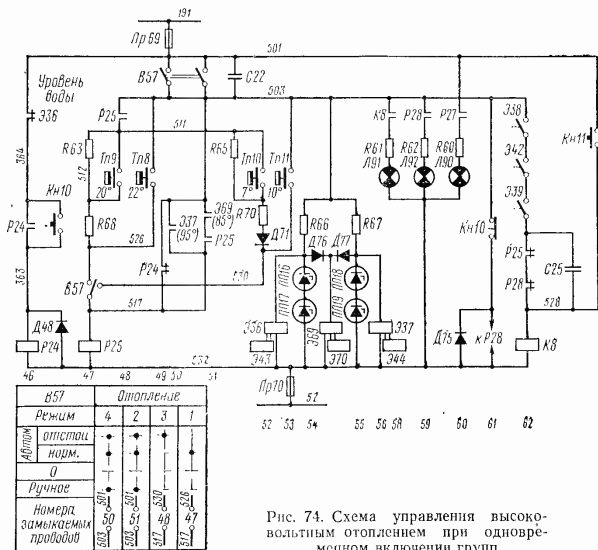


Рис. 74. Схема управления высоковольтным отоплением при одновременном включении групп

тактов которого приведен в таблице на рис. 74. Переключатель имеет четыре положения: два («отстой», «нормальный») — на автоматическом режиме, нулевое положение и одно — на ручном режиме. В нулевом положении все контакты переключателя разомкнуты и ни один из элементов цепи управления не получает питания, контактор *K8* отключен — отопление не работает.

Автоматический режим «нормальный». Схема автоматики в этом режиме должна обеспечивать поддержание температуры внутри вагона в пределах 18—22° С. В положении переключателя *B57* «нормальный автоматический» режим замыкаются два параллельных контакта *B57* (50, 51) и контакт *B57* (47). Замыкание двойного контакта обеспечивает подачу питающего напряжения к цепям управления. Замыкание контакта *B57* (47) ставит работу реле *P25* в зависимость от состояния термоконтакторов *Tn8*, *Tn9*, контролирующих температуру воздуха.

Для включения высоковольтного контактора *K8* должны быть замкнуты контакты *P28*, *P25*, *Э39*, *Э42*, *Э38*, включенные в общую цепь катушки контактора *K8*. Это выполняется, если закрыты защитным кожухом высоковольтные вводы нагревательных элементов в котельном отделении (замкнут контакт *Э39*) и крышки подвагонных ящичков с высоковольтным оборудованием (при этом замыкаются контакты *Э38* и *Э42*). Отопительная система должна быть заполнена водой. В этом случае замыкается контакт реле *Э36* в цепи питания катушки *P24* (46). Однако реле вследствие разомкнутого собственного контакта *P24* (46) не включается. При отключенном реле *P24* включается реле *P25* (47), которое получает питание через замкнутый контакт *P24* (49). Один контакт *P25* (48), замыкаясь, подает питание на цепи термоконтакторов *Tn9*—*Tn10*, второй *P25* (62) размыкает цепь катушки контактора *K8*.

После нажатия кнопки *Kn10* (46) «отопление» включается реле *P24*, которое одним из своих контактов *P24* (46) становится на самоподхват, другим *P24* (49) размыкает цепь питания реле *P25* (47) по проводу 517. В дальнейшем включенное (или отключенное) состояние реле *P25*, а следовательно, и контактора *K8* будет зависеть от состояния термоконтакторов, определяемого температурой в вагоне. Если температура ниже 20° С, то разомкнутые контакты термоконтакторов *Tn9* (48) и *Tn8* (49) исключают возможность питания реле *P25* по проводу 526. Контакт *P25* (62) замыкается. Второй контакт кнопки *Kn10* (61), размыкаясь после нажатия кнопки, восстанавливает дифференциальное реле, контакт которого *P28* (62) замыкается, что приводит к включению контактора *K8*. Отопление начинает работать. Одновременно загораются сигнальные лампы *L91* и *L90*.

По мере повышения температуры в вагоне цепи термоконтакторов начнут поочередно замыкаться. При температуре 20° С, когда замкнется цепь термоконтактора *Tn9*, катушка *P25* не получит питания, так как в ее цепи находится собственный разомкнутый контакт *P25* (48). При температуре 22° С замкнется термоконтактор

Tn8 и включится реле *P25* через замкнутый контакт *B57* (47). Его контакт *P25* (62) размыкается, отключая контактор *K8*, который в свою очередь отключает отопление и снимает питание с катушки сигнального реле *P27*. Одновременно погаснут сигнальные лампы *L91* и *L90*. Как только температура в вагоне станет ниже 22°C , разомкнется термоконтактор *Tn8*. Однако изменений в схеме управления это не вызовет, так как катушка реле *P25* продолжает получать питание через собственный контакт *P25* (48) и контакт *Tn9*. Сопротивление резистора *R68* в цепи питания реле *P25* подобрано таким образом, чтобы ток катушки превышал ток удержания и обеспечивал включенное состояние реле.

Снижение температуры ниже 20°C вызовет размыкание контакта *Tn9* и введение в цепь питания реле *P25* дополнительного сопротивления резистора *R63*, что приведет к его отключению, замыканию контакта *P25* (62) и включению контактора *K8*.

Отключение отопления может произойти при недопустимом понижении уровня воды в котле или при повышении ее температуры выше 95°C . В первом случае срабатывает реле *Э36* (52), разрывая цепь питания реле *P24*, которое замкнувшись контактом *P24* (49) подает питание к реле *P25*, что приводит к отключению отопления. После этого включить отопление нажатием кнопки *Kn10* можно будет, только заправив систему водой. Во втором случае замкнувшийся контакт *Э37* (50) подает питание непосредственно к катушке реле *P25*. Замкнувшийся при этом контакт *P25* (51) вместе с замкнутым (температура воды выше 85°C) контактом *Э69* (51) создает для катушки *P25* (47) дополнительную цепь питания. Повторное автоматическое включение отопления станет возможным только после снижения температуры воды ниже 85°C , когда разорвутся обе цепи питания *P25*. Описанный порядок действия защитных цепей, контролирующих режим работы котла, сохранится на всех остальных режимах работы отопления.

Автоматический режим «отстой». В этом положении контакты переключателя *B57* (50, 51) остаются замкнутыми. Вместо контакта *B57* (47) включается контакт *B57* (48), вследствие чего в работу вводятся цепи термоконтакторов *Tn10* и *Tn11* вместо *Tn8* и *Tn9*. В этом случае реле *P25* может получить питание только по цепям *Tn10* и *Tn11*. Первый термоконтактор замыкается при температуре выше 7°C , второй при температуре выше 10°C . Порядок работы элементов схемы в этом режиме тот же, что и в предыдущем, но температура в вагоне поддерживается в пределах $6\text{--}10^{\circ}\text{C}$. При температуре 10°C включается *Tn11*, получает питание реле *P25* и отключается контактор *K8*. При снижении температуры ниже 7°C , когда разрывается цепь термоконтактора *Tn10*, теряет питание реле *P25* и включается контактор *K8*.

Порядок включения цепей сигнализации в режиме «отстой», как и во всех последующих, одинаков с ранее рассмотренным режимом.

«Ручной» режим. В положении переключателя *B57*, соответствующем этому режиму, замкнут двойной контакт *B57* (50, 51).

Одинарные контакты *B57* (47 и 48) разомкнуты. Цепи термоконтакторов *Tn8* — *Tn11* из работы исключены. После нажатия кнопки *Kn10* включается реле *P24* и размыкается его контакт *P24* (49), отключая реле *P25* и обеспечивая включение отопления.

На ручном режиме температура в вагоне может превысить 22° С, а отопление отключаться не будет до тех пор, пока температура воды в котле не достигнет 95° С. В этом случае включится реле *Э37* и замкнувшийся его контакт *Э37* (50) подаст питание к реле *P25*, обеспечив отключение отопления.

38. Схема управления отоплением при раздельном включении групп

На вагонах первого выпуска силовая схема отопления (см. рис. 58) обеспечивает возможность раздельной и одновременной работы групп нагревательных элементов, поэтому в схему управления (рис. 75) входят катушки двух высоковольтных контакторов *K8* (63) и *K9* (64), получающих питание по цепи контактов защитных реле *P24*, *P27* и блокировочных реле *Э38*, *Э42*, *Э39*. Кроме того, в цепь катушки *K8* включен размыкающий контакт реле *P25*, а в цепь *K9* — размыкающий контакт реле *P26*. Схема подачи питания к катушкам реле *Э36* (52), *Э69* (54), *Э37* (56) и *P24* (46) такая же, как и в схеме, обеспечивающей одновременное включение групп. Однако взаимосвязь этих реле с другими элементами схемы иная. Замыкающий контакт *P24* (63) включен непосредственно в общую цепь питания катушек контакторов *K8* и *K9*. В эту же цепь включен и замыкающий контакт *P27* высоковольтного реле, которое, кроме воздействия на цепи сигнализации (контакт *P27* в цепи лампы *Л90*), не позволяет включаться контакторам при отсутствии высокого напряжения в подвагонной магистрали. Замыкающие контакты *Э69* (48) и *Э37* (49), обеспечивающие отключение отопления в аварийной ситуации, подают питание к катушкам реле *P25* и *P26* по проводу *503* через встречно включенные диоды *Д18* (48) и *Д19* (49), что исключает взаимное влияние реле друг на друга при раздельном включении. В сигнальную часть схемы, кроме лампы *Л90*, введены лампы *Л91* (58) и *Л92* (59), загорающиеся соответственно при включении контакторов первой и второй групп отопления.

Наибольшие отличия имеются в той части схемы, которая обеспечивает автоматический режим работы отопления.

Переключатель *B57* имеет шесть положений. Порядок замыкания его контактов дан в таблице замыканий, приведенной на рис. 75.

Автоматический режим «нормальный». В этом режиме температура в вагоне должна поддерживаться в пределах 18—22° С. Нажатием кнопки *Kn10* включается реле *P24*. Замкнувшийся контакт *P24* (46) ставит реле на самоподхват. Замыкается и контакт *P24* (63) в цепи катушек контакторов *K8* и *K9*. Второй контакт кнопки *Kn10* (64), шунтирующий контакт реле *P27*, позволяет проверить

действие высоковольтных контакторов в отсутствии высокого напряжения. Причем эта проверка возможна только при соблюдении всех условий, обеспечивающих замкнутое состояние контактов Э36 (46), Э38, Э39 и Э42 (63).

Реле P25 и P26 при замкнутых контактах переключателя B57 (47) в цепи P25 и B57 (50) в цепи P26 могут получить питание только через контакты термоконтакторов Tn7—Tn9, контролирующих температуру внутри вагона.

Если температура в вагоне ниже 18° С, то контакты термоконтакторов Tn7—Tn9 будут разомкнуты. Реле P25 (47) и P26 (50) не получают питания, а их замкнутые контакты P25 и P26 в цепях катушек K8 и K9 обеспечивают включение контакторов. Одновремен-

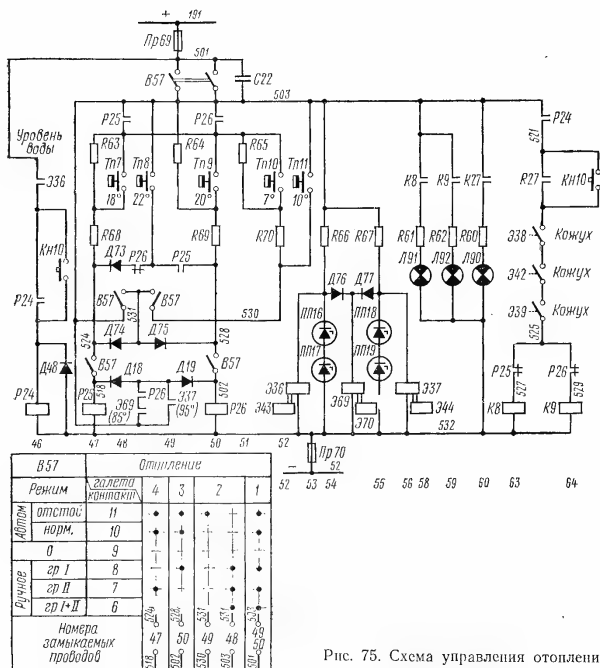


Рис. 75. Схема управления отоплением при раздельном включении групп

но вспомогательные контакты контакторов *K8* и *K9* включают сигнальные лампы *Л91* (58) и *Л92* (59).

По мере повышения температуры в вагоне цепи термоконтакторов начнут замыкаться. Однако ни при температуре 18° С, когда замкнется контакт *Tn7*, ни при температуре 20° С, когда замкнется контакт *Tn9*, реле *P25* и *P26* не получают питания из-за наличия их собственных разомкнутых контактов в цепях термоконтакторов. С повышением температуры в вагоне до 22° С замкнется контакт *Tn8*, через который получит питание реле *P25*. Размыкающий контакт *P25* размыкает цепь катушки контактора *K8* и отключается первая группа (I гр.) нагревательных элементов. Замыкающий контакт *P25* (48) создаст дополнительную цепь для реле *P25* через замкнутый контакт *Tn7*. Контакт *P25* (49), замкнувшись, подаст питание через контакт *Tn8* к реле *P26*. Размыкающий контакт *P26* разомкнет цепь катушки контактора *K9*, отключится вторая группа (II гр.) нагревательных элементов и погаснут сигнальные лампы *Л91* и *Л92*. Хотя размыкающий контакт *P26* (48) размыкает одну из параллельных цепей питания реле *P25*, идущую через контакт *Tn8*, реле остается включенным, получая питание по второй цепи через собственный контакт *P25*, *Tn7* и резистор *R68*. Замыкающий контакт *P26* (50) создаст дополнительную цепь питания реле *P26* через контакт *Tn9*, резистор *R69* и контакт *B57* (50).

При снижении температуры в вагоне до 22° С разомкнется контакт *Tn8*. Однако катушки реле *P25* и *P26* будут продолжать получать питание по цепям собственных замкнутых контактов.

Если температура в вагоне снизится ниже 20° С, то разомкнется цепь термоконтактора *Tn9* и разорвет цепь реле *P26*. Диод *Д74* (48) исключает возможность подпитки реле *P26* от провода 524, питающего реле *P25*. Замкнувшийся контакт *P26* (64) подаст питание к катушке контактора *K9*. Включится вторая группа отопления и загорится лампа *Л92*. Работа одной группы отопления сохранится до тех пор, пока температура в вагоне будет находиться между 18—22° С. Если температура будет повышаться и достигнет 20° С, замкнется контакт *Tn9*, но реле *P26* (50) не включится, так как в его цепи находится разомкнутый контакт *P26* (50). При температуре выше 22° С замкнется контакт *Tn8* и через замкнутый контакт *P25* (49) обеспечит включение реле *P26* и отключение контактора *K9*, а следовательно, и второй группы отопления.

Если температура в вагоне будет понижаться ниже 18° С при работающей второй группе отопления, то это приведет к размыканию контакта *Tn7* и прекращению питания катушки реле *P25* (47). Тогда включится контактор *K8* и будет введена и первая группа отопления.

Если в процессе работы отопления понизится уровень воды в котле, то сработавшее реле *Э36* (52) отключит реле *P24* (46), которое в свою очередь разомкнет цепь контакторов *K8* и *K9*. Включить нагревательные элементы можно будет только после заполнения системы отопления водой до необходимого уровня.

При повышении температуры воды выше 95°C срабатывает реле $\mathcal{E}37$ (56) и своим замкнувшимся контактом $\mathcal{E}37$ (49) подает питание к катушкам $P25$ и $P26$ через диоды $D18$ (48) и $D19$ (49). При этом контакт $P26$ (48) создает дополнительную цепь питания для катушек $P25$ и $P26$, в результате чего включение групп отопления может произойти только после того, как температура воды в котле станет ниже 85°C .

Автоматический режим «отстой». В этом режиме температура в вагоне поддерживается в пределах $7-10^{\circ}\text{C}$. Пересключатель $B57$, поставленный в положение «отстой», обеспечивает замыкание своих одинарных контактов $B57$ (47, 50, 49) и парного $B57$ (49, 50). Теперь работа реле $P25$ и $P26$ и соответственно включение и отключение нагревательных элементов отопления поставлены в зависимость от состояния термоконтакторов $Tn10$ (52) и $Tn11$ (53). Поскольку работа этой схемы в режиме «отстой» протекает так же, как и работа ранее описанной схемы, то она не рассматривается. Отметим, что в режиме «отстой» в отличие от режима «нормальный» обе группы отопления работают одновременно.

Ручной режим. В режиме «ручное гр. I» вместе с контактами $B57$ (49, 50) и $B57$ (48) включен контакт $B57$ (50), подающий питание к катушке реле $P26$ и обеспечивающий отключение второй группы отопления. Работает первая группа и горит сигнальная лампа $L91$.

В режиме «ручное гр. II» вместе с контактами $B57$ (49, 50) и $B57$ (48) включен другой контакт $B57$ (47). Включенное реле $P25$ обеспечивает отключение первой группы отопления. Отопление вагона обеспечивается в этом случае только второй группой. Горит сигнальная лампа $L92$.

В режиме «ручное гр. I + II» контакты $B57$ (47) и $B57$ (50) отключены вместе, обеспечивая одновременную работу обеих групп отопления. Горят сигнальные лампы $L91$ и $L92$.

39. Схема управления электродвигателем вентиляционного агрегата

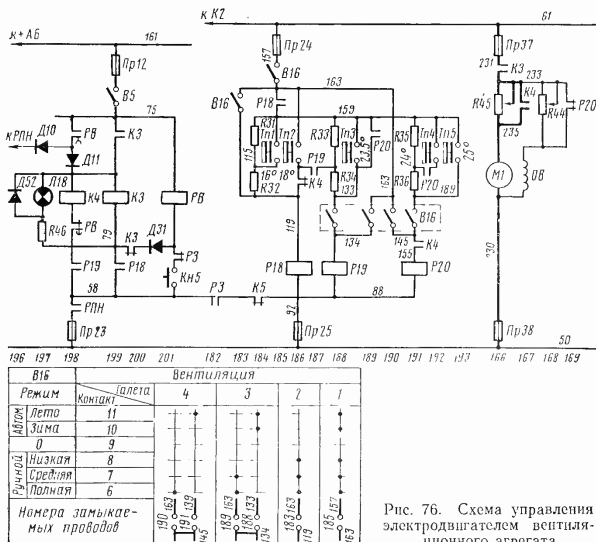
Вентиляционный агрегат предназначен для подачи воздуха во внутренние помещения вагона. Схема включения электродвигателя (рис. 76) обеспечивает работу агрегата с тремя различными частотами вращения (малой, средней, высокой) как при автоматическом, так и при ручном режимах регулирования.

Питание к электродвигателю $M1$ (166) подается по проводу 61 через предохранитель $Пр37$, контактор $K3$, токоограничивающий резистор $R45$ и предохранитель $Пр38$. Резистор $R45$, снижая напряжение, подводимое к якорию двигателя, обеспечивает его работу с малой частотой вращения. При включении контакта $K4$ (167) закорачивается резистор $R45$, напряжение электродвигателя $M1$ повышается, чем обеспечивается средняя частота вращения венти-

Контакт	Частота вращения вентиляционного агрегата		
	низкая	средняя	высокая
К3	Вкл	Вкл	Вкл
К4	Откл	Вкл	Вкл
P20	Вкл	Вкл	Откл

лятора. Последовательно с обмоткой возбуждения *ОВ* (167) двигателя включен резистор *R44* (168) и размыкающий контакт реле *P20* (169). Если контакт *P20* замкнут, то двигатель работает с полным возбуждением. При включении реле и размыкании его контакта *P20* (169) в цепь обмотки возбуждения *ОВ* вводится добавочный резистор *R44*, ток возбуждения уменьшается, чем обеспечивается работа двигателя с высокой частотой вращения. Состояния контактов *К3*, *К4* и реле *P20*, соответствующие различным ступеням регулирования, приведены в табл. 11.

Контакт реле пониженного напряжения (*РПН*), включенный в общий провод питания цепи управления, обеспечивает отключение



контакторов *K3* и *K4*, а следовательно, и двигателя *M1* (166) вентиляционного агрегата в случае снижения напряжения аккумуляторной батареи ниже установленного уровня.

Реле времени *PВ* (201) выполняет двойную функцию: с одной стороны, обеспечивает только поочередное включение контакторов *K3* и *K4*, с другой стороны, своим замыкающим контактом *PВ* (198) создает дополнительную цепь питания через диод *D10* (197) катушке *PПН*, чем исключается его ложное срабатывание в случае запуска от аккумуляторной батареи вентилятора и преобразователя люминесцентного освещения. В последнем случае подача питания к катушке *PВ* (201) обеспечивается замыканием кнопки *Kn5* (201) пуска преобразователя.

Промежуточные реле *P18* (186), *P19* (188) вместе с реле *P20* (191), переключателем *B16* — «вентиляция» и ртутными термоконтакторами *Tn1* (184) — *Tn5* (193) обеспечивают автоматический и ручной режимы работы двигателя вентиляционного агрегата. Термоконтакты *Tn1*—*Tn3* установлены в вентиляционном канале и контролируют температуру воздуха, подаваемого внутрь вагона. Термоконтакты *Tn4* и *Tn5* установлены в перегородке между купе вагона. Управление вентилятором производится переключателем *B16*, имеющим шесть положений (см. таблицу замыканий на рис. 76): нулевое, два автоматических, соответствующих летнему и зимнему режимам работы, три ручных, обеспечивающих низкую, среднюю и высокую частоты вращения.

Автоматический режим является основным режимом работы вентилятора, который по требованиям санитарии и гигиены должен обеспечиваться непрерывно.

Рассмотрим работу вентилятора на каждом из этих положений.

Нулевое положение. В этом случае разомкнуты все контакты *B16*. Реле *P18*, *P19*, *P20* не получают питание, а потому отключены контакторы *K3* (199) и *K4* (198). Двигатель *M1* не работает.

Автоматический режим «лето». Перед тем как поставить переключатель *B16* в одно из рабочих положений, должен быть включен тумблер «управление», контакт которого *B5* (199), замыкаясь, подает питание к проводу 75 цепей управления.

В положении «лето» переключателя *B16* замкнуты его контакты *B16* (185, 188, 191). В этом случае питание катушек реле *P18* (186), *P19* (188) и *P20* (191), определяющих режимы работы двигателя, зависит от состояния контактов *Tn1*—*Tn5*. Если температура в канале вентиляции ниже 18° С, то *Tn2* разомкнут и катушка реле *P18* не получает питания. Разомкнутый контакт реле *P18* (185) исключает возможность подачи напряжения к катушкам реле *P19* и *P20*. Разомкнутые контакты реле *P18* (199) и *P19* (198) в цепях катушек контакторов *K3* и *K4* не позволяют им включиться. Двигатель *M1* вентиляционного агрегата не работает, так как отключен контактор *K3* (166). Таким образом при температуре воздуха в канале вентиляции ниже 18° С пуск двигателя *M1* исключен независимо от температуры внутри вагона.

Если температура в канале повысится до 18° С, то замкнется контакт *Tn2*, что обеспечит подачу питания к катушке реле *P18* (186) через замкнутый контакт *K4* (186). Контакт *P18* (199) замыкает цепь реле времени *PВ* (201): провод 75 — реле *PВ* — диод *Д31* (201) — замкнутый контакт *K3* (200) — *P18* (199) — *РПН* (198). Реле времени своим замыкающим контактом *PВ* (198) подает напряжение через диод *Д11* (198) одновременно к катушкам контакторов *K3* (199) и *K4* (198). Контактор *K3* включается и замыкает цепь питания электродвигателя *M1*, обеспечивая его работу при низкой частоте вращения. Контактор *K4* отключен, так как в его цепи разомкнут контакт *P19* (198). Вспомогательный контакт *K3* (199), замыкаясь, обеспечивает непосредственное питание катушки *K3* от провода 75 (самоподхват). Одновременно подается питание на сигнальную лампу *Л18* (197), включенную через резистор *R16*. Размыкающий вспомогательный контакт *K3* (200) разрывает цепь реле *PВ* (201), контакты которого с выдержкой времени возвращаются в исходное положение, показанное на схеме. После включения реле *P18* его контакт *P18* (185) соединяет провода 163 и 159, подготавливая к работе цепи реле *P19* (188) и *P20* (191).

Режим работы двигателя *M1* с низкой частотой вращения сохраняется до тех пор, пока температура в вентиляционном канале будет составлять 16—23,5° С. Если в вентиляционном канале температура поднимется выше 23,5° С, замыкается контакт *Tn3* (188), обеспечивая через замкнутый контакт *B16* (188) подачу питания к реле *P19* (188). Для включения этого реле необходимо, чтобы одновременно были замкнуты блокировочные контакты: *K5* (184) контактора кипятильника (кипятильник должен быть отключен) и *P3* (182) реле, которое включено только при работающем генераторе. После включения реле *P19* его контакт *P19* (198) замыкает цепь катушки контактора *K4*: провод 75 — контакт *K3* (199) — катушка *K4* (198) — контакт *PВ* (198) — контакт *P19* — контакт *РПН* (198) — провод 50. Другой замыкающий контакт *P19* (187) подготавливает цепь питания катушки реле *P19* от провода 163 через контакт *Tn2* (186) и резистор *R34* (188). Контакт *K4* (167) закорачивает резистор *R45* (166) и электродвигатель *M1* переходит с низкой частоты вращения на среднюю. Вспомогательный контакт *K4* (186) размыкается. Однако реле *P18* (186) продолжает получать питание по цепи: контакт *P18* (185) — контакт *Tn1* (184) — резистор *R32* — катушка *P18*. Вспомогательный контакт *K4* (191), замыкаясь, подготавливает к работе цепь реле *P20*.

При повышении температуры в вагоне свыше 25° С контакт *Tn5* (193) замыкает цепь реле *P20*: провод 159 — контакт *Tn5* — контакт *B16* (191) — блокировочный контакт *K1* — реле *P20* — замкнутые контакты *K5* (184), *P3* (182), *РПН* (198) — предохранитель *Пр23* — провод 50. После включения реле *P20* его контакт *P20* (169), размыкаясь, вводит в цепь обмотки возбуждения сопротивление резистора *R44* (168). Ток возбуждения уменьшается, частота вращения электродвигателя увеличивается, т. е. он начинает рабо-

тать на полной частоте вращения. Одновременно замыкающий контакт *P20 (191—192)* обеспечивает включение параллельно термоконтактору *Tn5* дополнительной цепи, состоящей из термоконтактора *Tn4*, замкнутого при температуре в вагоне выше 24° С, контакта *P20* и резистора *R36 (191)*. Благодаря этой цепи реле *P20* будет получать питание до тех пор, пока температура в вагоне не опустится ниже 24° С. Величина сопротивления резистора *R36*, так же как и *R34*, *R32*, выбирается такой, чтобы по обмотке соответствующей катушки реле (*P20*, *P19*, *P18*) протекал ток, превышающий ток удержания. Замыкающий контакт *P20 (189)* закорачивает термоконтактор *Tn3 (188)*. В этом случае реле *P19* будет оставаться включенным при снижении температуры в вентиляционном канале ниже 23,5° С. В результате этого исключается возможность введения резистора *R45* в цепь электродвигателя *M1*, работающего с ослабленным полем.

При снижении температуры в вагоне ниже 24° С размыкаются контакты термоконтактора *Tn4* и в цепь питания реле *P20* вводится резистор *R35*. Ток в катушке *P20* снижается, что приводит к отключению реле. Резистор *R35 (191)* так же, как и резисторы *R31 (184)*, *R33 (188)*, служит для облегчения искрогашения в термоконтакторах при размыкании цепи. Сопротивление этих резисторов подбирают таким образом, чтобы при размыкании контакта ток в реле был недостаточным для его удержания.

После отключения реле его контакт *P20 (169)* закорачивает резистор *R44 (168)*. Ток возбуждения увеличивается и вентилятор переходит на режим работы с полным возбуждением, т. е. на среднюю ступень регулирования. Размыкаются два других контакта *P20 (189)* и *P20 (192)*. Первый восстанавливает работоспособность цепи термоконтактора *Tn3*, второй, наоборот, отключает цепь термоконтактора *Tn4*.

Переход двигателя на низкую частоту вращения возможен при снижении температуры в вентиляционном канале. При температуре ниже 23,5° С разомкнется контакт *Tn3 (188)*, но реле *P19 (188)* не отключится, так как получает питание через собственный контакт *P19 (187)* и контакт *Tn2 (186)*. При температуре ниже 18° С размыкается контакт *Tn2 (186)*, разрывая цепь реле *P19 (188)*, которое своим контактом *P19 (198)* отключает цепь питания катушки контактора *K4 (198)*. Он отключается и, вводя в цепь электродвигателя добавочный резистор *R45*, переводит его в режим работы с низкой частотой вращения.

Реле *P18 (186)*, несмотря на разрыв цепи термоконтактора *Tn2*, остается включенным, так как необходимый для его удержания ток протекает по цепи замкнутого термоконтактора *Tn1 (184)* через резистор *R32*. При снижении температуры в вентиляционном канале ниже 16° С размыкается контакт *Tn1*, разрывая цепь питания реле *P18 (186)*. В результате отключения реле и размыкания его контакта *P18 (199)* разрывается цепь питания контактора *K3 (199)*, который отключает электродвигатель.

Если выключателем *B16* включить вентиляцию при высоких температурах в вентиляционном канале и в вагоне, когда контакты всех термоконтакторов замкнуты, то, несмотря на практически одновременное включение реле *P18* (186) и *P19* (188), контактор *K4* включается с выдержкой времени. Это исключает возможность пуска электродвигателя сразу на вторую и третью ступени регулирования. Необходимая выдержка обеспечивается вследствие того, что размыкающий контакт *PВ* (198) при снятии питания с катушки реле *PВ* (201) замкнется с выдержкой времени, чем задержится включение контактора *K4* (198).

Автоматический режим «зима». При постановке переключателя *B16* в положение «зима» автоматического регулирования замыкаются те же контакты *B16*, что и в положении «лето», кроме контакта *B16* (191). Вследствие этого питание к катушке реле *P20* (191) не подается, а следовательно, исключается работа двигателя на третьей ступени регулирования. Вентиляционный агрегат работает только при низкой и средней частотах вращения. Автоматический переход с одной частоты вращения на другую происходит так же, как и при положении переключателя в режиме «лето».

Ручной режим. Ручное управление работой вентиляционного агрегата предусмотрено на случай выхода из строя автоматической системы регулирования. Кроме того, ручное управление позволяет проверить функционирование вентиляции в каждом из возможных режимов работы в любой момент и независимо от температуры.

Ручное управление режимами работы электродвигателя так же, как и автоматическое, должно происходить при включенном выключателе *B5* (199): в этом случае питание цепей катушек контакторов *K3* (199), *K4* (198) и реле *PВ* (201), обеспечивающих необходимое изменение режима работы, находится в той же зависимости от реле *P18* и *P19*, как и при автоматическом режиме работы.

При постановке переключателя *B16* в положение «ручной» режим — «низкая» частота вращения (см. таблицу замыкания) его контакты *B16* (185) и *B16* (183) обеспечивают подачу питания только к катушке реле *P18* (186), минуя цепи термоконтакторов *Tn1—Tn3*.

Переключатель *B16* в положении «ручной» режим — «средняя» частота вращения своим контактом *B16* (189) при замкнутых контактах *K5* (184) и *P3* (182) подает питание к катушке реле *P19* (188).

При постановке переключателя *B16* в положение «ручной» режим — «полная» частота вращения через контакт *B16* (190) и замкнутый контакт *K4* (191) обеспечивается подача питания к катушке реле *P20* (191).

40. Схема преобразователя для люминесцентного освещения

Аппараты и блок регулирования преобразователя для люминесцентного освещения обеспечивают автоматический режим его пуска, защиту от недопустимого превышения частоты вращения,

оказывается включенным непосредственно на напряжение питающей сети, без резистора *ПС*.

Для пуска преобразователя кратковременным нажатием замыкается одна из пусковых кнопок. Тогда катушка контактора *КЛ* получает питание через предохранитель *1П*, контакт теплового реле *ТРТ*, отключающую кнопку *1КП*, пусковую кнопку *2КП*, расположенную на блоке регулирования *БР-2-200*, или *Кн5*, расположенную на лицевой стороне пульта управления, отключающую кнопку *Кн6*, контакты реле *РМ* защиты от недопустимого превышения частоты вращения преобразователя и предохранитель *2П*.

После включения контактора *КЛ*, кроме главных, замыкаются вспомогательные контакты *КЛ* между проводами *13* и *12* и шунтируют пусковую кнопку (катушка *КЛ* становится на самоподхват) и кнопку можно отпустить. Вспомогательный контакт *КЛ* между проводами *9—6* замыкает цепь рабочей катушки дифференциального реле *РД* (катушка *РД* — размыкающий контакт *1КУ* — замыкающий контакт *КЛ* — предохранитель *2П*) и подготавливает цепь катушки контактора *1КУ*.

Контактор *1КУ* включится, если его катушка после включения *РД* получит питание через предохранитель *1П*, контакт реле *ТРТ*, кнопку *1КП*, вспомогательный контакт *КЛ* между проводами *13—12*, контакт реле *РД*, вспомогательный контакт *КЛ* между проводами *6—9*, предохранитель *2П*. В начале пуска контакт реле *РД* разомкнут, поэтому катушка *1КУ* не получает питания и контактор отключен.

Электромагнитная система реле *РД* имеет две катушки — удерживающую и рабочую. Ток удерживающей катушки прямо пропорционален току резистора *ПС* (пусковому току двигателя), а ток рабочей катушки — напряжению на зажимах двигателя. Магнитные потоки, создаваемые этими катушками, направлены встречно. Результирующий магнитный поток, равный разности магнитных потоков от рабочей и удерживающей катушек, в начале пуска недостаточен для притяжения якоря реле *РД*, так как напряжение на зажимах двигателя в результате большого падения напряжения на резисторе *ПС* невелико, а размагничивающее действие удерживающей катушки значительно. По мере увеличения частоты вращения двигателя напряжение на его зажимах увеличивается, ток и падение напряжения на резисторе *ПС* уменьшаются, поэтому магнитный поток рабочей катушки увеличивается, а удерживающий — уменьшается. За счет этого увеличивается результирующий магнитный поток.

Когда напряжение на зажимах двигателя достигнет 80% номинального, реле *РД* срабатывает и замыкает цепь катушки контактора *1КУ*. Последний главными контактами *1КУ* между проводами *17—31* шунтирует резистор *ПС*, вспомогательными контактами *1КУ* между проводами *8—12* обеспечивается самоподхват, а вспомогательными контактами *1КУ* между проводами *6—14* размыкает цепь рабочей катушки реле *РД* и оно возвращается в исходное (отключенное) состояние.

После срабатывания реле *РД*, кроме включения контактора *1КУ*, возбуждается реле напряжения *РН* и замыкает свои контакты в силовой цепи генератора *Г*, подключая его к сети люминесцентного освещения. Включением контактора *1КУ* и реле *РН* пуск преобразователя заканчивается. Преобразователь отключается нажатием одной из кнопок «Стоп».

Преобразователь может отключаться автоматически, если сработает один из аппаратов защиты, контакты которых находятся в цепи катушки контактора *КЛ*.

41. Автоматическое регулирование частоты вращения преобразователя

В переходных режимах работы системы электроснабжения а также при переключении питания преобразователя от аккумуляторной батареи или от выпрямителя напряжение на зажимах двигателя изменяется, что может привести к нежелательному изменению его частоты вращения и частоты питающего люминесцентные лампы напряжения. Во избежание этого предусмотрена стабилизация частоты вращения и соответственно частоты напряжения генератора, которая осуществляется регулированием магнитного потока возбуждения двигателя путем изменения тока в дополнительной подмагничивающей обмотке возбуждения *ПОВ* (см. рис. 77).

Магнитный поток этой обмотки направлен согласно с потоком основной шунтовой обмотки возбуждения *ШОВ*. Поэтому с увеличением тока через обмотку *ПОВ* увеличивается суммарный магнитный поток двигателя и его частота вращения уменьшится. Наоборот, с уменьшением тока в обмотке *ПОВ* частота вращения двигателя увеличивается. Изменение тока в обмотке *ПОВ* осуществляется специальным регулятором частоты вращения, состоящим из измерительного и усилительного устройств.

Измерительное устройство состоит из дросселя *1ДР*, конденсатора *К13*, выпрямителя *2В* с диодами *Д5 — Д8* (так называемый кольцевой демодулятор) и резисторами *15С — 18С*.

Усилительное устройство выполнено на магнитном усилителе *МУ* и имеет: выпрямитель *1В* с диодами *Д1 — Д4* и со сглаживающим конденсатором *К5*; конденсаторы *К11*, *К12* и резисторы *12С*, *14С*.

Измерительное и усилительное устройства подключены к вторичной обмотке трансформатора питания *ТП*, первичная обмотка которого получает питание от генератора через зажимы *С1*, *С2*.

Регулятор работает следующим образом. Сигнал от измерительного устройства поступает в обмотку управления *ОУ* магнитного усилителя, меняя его индуктивное сопротивление, а следовательно, и ток рабочих обмоток *49—54* и *55—49**. В результате меняется

* Выводы обмоток и подключенные к ним провода имеют одинаковые обозначения.

ток в обмотке возбуждения *ПОВ*, чем обеспечивается стабилизация частоты вращения преобразователя.

Работа магнитного усилителя в схеме регулятора частоты вращения преобразователя имеет некоторые особенности. Его рабочие обмотки подключены к выпрямителю *1В* так, что ток в них направлен от конца к началу обмоток (начала обмоток отмечены точками). Этот ток создает дополнительное подмагничивание магнитного усилителя *МУ*, обеспечивая внутреннюю положительную связь.

Выпрямленный ток, протекающий по проводу *53*, разветвляется по двум параллельным частям обмотки *57—56*. Причем ампер-витки одной части обмотки (*53—57*) больше ампер-витков другой части обмотки (*53—57*). За счет этой разницы создается дополнительное подмагничивание магнитного усилителя.

Дополнительным подмагничиванием магнитного усилителя током рабочих обмоток и обмоткой *57—56* обеспечивается необходимый коэффициент усиления по току.

В один полупериод по цепи обмотки *ПОВ* ток протекает от зажима *48* трансформатора *ТП*, диод *Д1*, по двум частям обмотки *57—56*, по двум частям регулировочного резистора *12С*, затем через обмотку *ПОВ*, диод *Д4*, рабочую обмотку *55—49* к зажиму *49* трансформатора. В другой полупериод — от зажима *49* трансформатора, рабочую обмотку *49—54*, диод *Д3*, далее по тем же цепям обмотки *57—56* и резистора *12С*, через обмотку *ПОВ*, диод *Д2* к зажиму *48* трансформатора. В оба полупериода ток через обмотку *ПОВ*, обмотки *55—49*, *49—54* и *57—56* имеет одно направление.

Обмотка *61—42* магнитного усилителя при переходных режимах работы регулятора частоты вращения выполняет роль гибкой отрицательной обратной связи. Она подключена через конденсатор *К11* и резистор *14С* параллельно обмотке *ПОВ*, образуя стабилизирующую цепь.

Если внезапно, например, увеличится частота вращения преобразователя, то измерительный орган даст сигнал для увеличения тока через обмотку *ПОВ*. Без стабилизирующей цепи ток может увеличиться настолько, что частота вращения преобразователя снизится ниже заданной. Стабилизирующая цепь в результате действия конденсатора *К11* (конденсатор заряжается) будет размагничивать магнитную систему *МУ*, т. е. сдерживать увеличение тока в обмотке *ПОВ*. Вследствие этого процесс изменения тока на выходе магнитного усилителя замедляется, т. е. ток в обмотке *ПОВ* изменяется с некоторой задержкой и плавно, а частота вращения преобразователя без значительных колебаний стабилизируется в заданных пределах. Стабилизирующая цепь играет демпфирующую роль в регуляторе частоты вращения преобразователя.

Регулирование тока в обмотке управления *52—58* магнитного усилителя в зависимости от частоты напряжения генератора осуществляется измерительным устройством, выполненным на кольцевом демодуляторе и резонансной цепи (рис. 78).

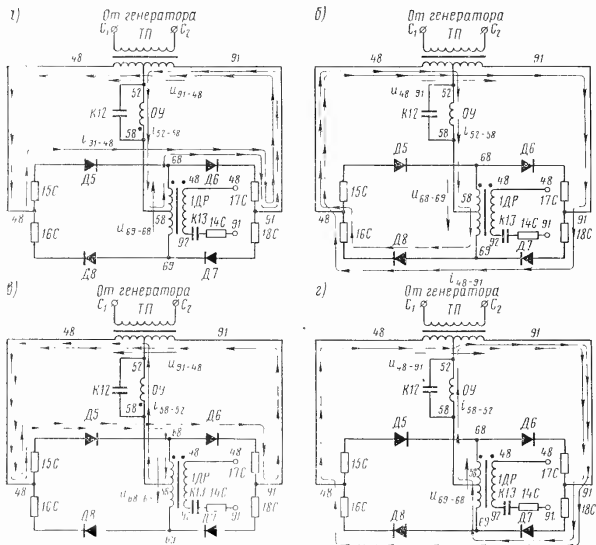


Рис. 78. Режимы работы демодулятора

Диоды демодулятора $D5$ — $D8$ соединены последовательно через резисторы $15C$ — $18C$ и образуют замкнутое кольцо, поэтому демодулятор называется кольцевым. Одна диагональ демодулятора проводами 48 — 91 подключена к вторичной обмотке трансформатора, другая проводами 68 — 69 к вторичной обмотке дросселя $1ДР$. Обмотка управления 52 — 58 магнитного усилителя с конденсатором $K12$ подключена к среднему выводу 52 (провод 52) вторичной обмотки трансформатора 48 — 91 и к среднему выводу 58 (провод 58) вторичной обмотки дросселя.

При рассмотрении процессов, происходящих в демодуляторе, приняты допущения, позволяющие более просто понять принцип его работы (не учитывается индуктивность цепей, нелинейность диодов, а напряжения обмоток 48 — 91 и 68 — 69 принимаются равными).

Если на диагоналях демодулятора напряжение вторичной обмотки трансформатора U_{48-91} и напряжение на вторичной обмотке дросселя U_{68-69} совпадают по фазе (рис. 79, а), то через обмотку

управления протекает постоянная составляющая пульсирующего тока от вывода 52 к выводу 58.

В каждый из полупериодов э. д. с., наводимые в обмотках дросселя и трансформатора, действуют согласно. В один полупериод (см. рис. 78, а) ток протекает по цепи: обмотка дросселя 58—68, диод Д6, резистор 17С, обмотка трансформатора 91—52, обмотка управления магнитного усилителя 52—58.

В другой полупериод (рис. 78, б) ток протекает по цепи: обмотка 58—69, диод Д8, резистор 16С, обмотка 48—52, обмотка управления 52—58. В оба полупериода ток в обмотке управления имеет одинаковое направление от вывода 52 к выводу 58, увеличивая магнитный поток магнитного усилителя. Поэтому ток его рабочих обмоток и ток обмотки ПОВ двигателя также увеличивается, что приводит к уменьшению частоты его вращения.

Если на диагоналях демодулятора напряжения u_{49-91} и u_{68-69} находятся в противофазе (см. рис. 79, б), то постоянная составляющая тока, протекающая через обмотку управления ОУ, меняет направление, действуя от вывода 58 к выводу 52.

В один из полупериодов (рис. 78, в) ток протекает по цепи: обмотка 68—58 обмотка управления 58—52, обмотка 58—48 трансформатора, резистор 15С, диод Д5.

В другой полупериод (рис. 78, г) ток протекает по цепи: обмотка 69—58, обмотка управления 58—52, обмотка 52—91 трансформатора, резистор 18С, диод Д7. В оба полупериода направление тока в обмотке управления ОУ от вывода 58 к выводу 52 сохраняется.

Если на диагоналях демодулятора напряжение u_{68-69} дросселя сдвинуто относительно напряжения u_{48-91} трансформатора на угол 90° (см. рис. 79, в), то при одинаковом направлении напряжений ток в обмотке управления ОУ протекает от вывода 52 к выводу 58 (заштрихованная площадка вверх). Когда напряжения противоположны по знаку, ток направлен от вывода 58 к выводу 52 (заштрихованная площадка вниз). Сим-

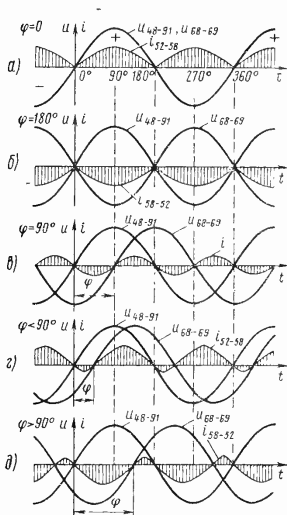


Рис. 79. Сдвиг фаз напряжений на диагоналях демодулятора и форма кривой тока на его выходе

метричное расположение относительно нулевой линии и равенство площадей означают, что по цепи обмотки управления OU протекает переменный ток, который в основном замыкается через конденсатор $K12$.

В те моменты времени, когда либо напряжение дросселя, либо напряжение трансформатора равно нулю, ток в цепи обмотки управления OU также равен нулю. Если напряжение дросселя равно нулю, то ток от обмотки 48—91 трансформатора протекает либо по цепи резистора 15С, диодов Д5 и Д6, резистора 17С, либо по цепи резистора 18С, диодов Д7, Д8, резистора 16С. Если напряжение трансформатора равно нулю, то в один из полупериодов (э. д. с. обмотки 69—68 направлена от вывода 69 к выводу 68) ток обмотки 58—68 протекает от вывода 68 через диод Д6, резистор 17С, обмотку 91—52 трансформатора, обмотку управления 52—58 к выводу 58. От обмотки 69—58 ток протекает от вывода 58, через OU , обмотку трансформатора 52—91, резистор 18С, диод Д7 к выводу 69. Токи от обмоток дросселя 58—68 и 69—58 протекают в обмотке OU встречно. Так как они равны между собой, то тока в этой обмотке не будет.

Форма кривой тока в цепи обмотки OU для случаев сдвига напряжений на угол меньше или больше 90° показана соответственно на рис. 79, $г$ и $д$. Заштрихованные площадки по обе стороны нулевой линии несимметричны. Это означает, что по цепи обмотки OU протекает как постоянная, так и переменная составляющие тока.

Величина постоянной составляющей тока определяется средним значением тока за период.

Стабилизация частоты вращения преобразователя осуществляется изменением величины и направления постоянной составляющей тока обмотки управления магнитного усилителя. Величина и направление тока в обмотке OU и соответственно частота вращения преобразователя зависят от угла сдвига напряжений на диагоналях демодулятора. Угол сдвига напряжений зависит от частоты напряжения генератора. Он определяется параметрами резонансной цепи, состоящей из первичной обмотки дросселя $1ДР$, конденсатора $K13$, резистора 19С, подключенных к зажимам 48—91 трансформатора.

Параметры цепи выбраны так, что резонанс напряжений (резкое увеличение напряжения на элементах цепи) наступает при частоте напряжения генератора, равной номинальной. В этом случае индуктивное сопротивление обмотки 92—48 дросселя и емкостное сопротивление конденсатора $K13$ равны и ток цепи определяется только активным сопротивлением, следовательно, он совпадает по фазе с приложенным напряжением u_{48-91} . В этом случае в первичной обмотке и во вторичной обмотке дросселя появляется напряжение, отстающее по фазе от напряжения u_{48-91} на угол, близкий к 90° (см. рис. 79, $в$).

Если по каким-либо причинам частота вращения преобразователя (частота напряжения генератора) увеличится, то увеличится индуктивное сопротивление дросселя, а емкостное сопротивление конденсатора $K14$ уменьшится. Общее сопротивление резонансной

цепи будет носить индуктивный характер, поэтому ток цепи будет отставать от напряжения. Угол сдвига между напряжениями U_{48-91} и U_{68-69} уменьшится и станет меньше 90° (см. рис. 79, з), что приведет к увеличению тока возбуждения двигателя и к снижению частоты вращения.

В случае уменьшения частоты напряжения генератора общее сопротивление цепи будет носить емкостный характер, поэтому напряжение U_{68-69} будет сдвинуто относительно напряжения U_{48-91} на угол больший, чем 90° (см. рис. 79, д), что приведет к увеличению частоты вращения, а также и частоты напряжения генератора.

При номинальной частоте вращения генератора напряжения на диагоналях демодулятора U_{48-91} и U_{68-69} сдвинуты относительно друг друга на угол 90° . В цепи обмотки $ОУ$ постоянная составляющая тока отсутствует. Магнитный усилитель при отсутствии тока в обмотке $ОУ$ имеет такое сопротивление (индуктивное) рабочих обмоток, при котором устанавливается определенное, исходное значение тока через обмотку двигателя $ПОВ$, соответствующее заданной частоте вращения преобразователя.

Если частота вращения преобразователя (с увеличением напряжения на зажимах двигателя) увеличится, то прекращается резонанс напряжений в резонансной цепи, что приводит к уменьшению угла сдвига напряжений на диагоналях демодулятора. В обмотке $ОУ$ протекает постоянная составляющая тока от вывода 52 к выводу 58 (см. рис. 78, а и 78, б). Ток обмотки $ОУ$, имея такое направление, способствует уменьшению индуктивного сопротивления рабочих обмоток магнитного усилителя. Поэтому ток через них и обмотку $ПОВ$ увеличивается и частота вращения преобразователя будет уменьшаться до установленной.

Если частота вращения преобразователя (с уменьшением напряжения на зажимах двигателя) уменьшится, то резонанс напряжений в резонансной цепи также нарушится, но угол сдвига напряжений будет больше 90° , поэтому ток в обмотке $ОУ$ будет направлен от вывода 58 к выводу 52 (см. рис. 78, в и 78, г) и вызовет увеличение индуктивного сопротивления рабочих обмоток, что приведет к уменьшению тока в обмотке $ПОВ$ и частота вращения преобразователя будет увеличиваться до установленной.

Для защиты преобразователя от недопустимого превышения его частоты вращения служит защита, выполненная на резонансном контуре, — дроссель $2Др$ (см. рис. 77), конденсатор $K14$ с выпрямителем $3В$ и реле $РМ$. Защита подключена к выводам 49—91А вторичной обмотки трансформатора. Она настроена на резонанс напряжений при частоте вращения преобразователя на 20% выше номинальной.

При недопустимом увеличении частоты вращения преобразователя (на 20%) наступает резонанс напряжений, резко увеличивается выпрямленное напряжение на зажимах катушки реле $РМ$, оно срабатывает и своими контактами между проводами 18—19 размыкает

цепь катушки линейного контактора *КЛ*, что приводит к отключению двигателя от питающей сети и отключению генератора контактами реле *РН* от потребителей.

Для поддержания стабильности напряжения генератора и улучшения формы выходного напряжения в цепь генератора включены конденсаторы *К16*, *К19* и дроссель.

42. Схема питания электрокипятильника

Электрокипятильник имеет три нагревательных элемента *Э20* (рис. 80), соединенных параллельно. Общая мощность нагревателей 2,2 кВт. Два боковых нагревательных элемента по 0,8 кВт и один центральный 0,6 кВт. Нагреватели подключаются к системе электроснабжения вагона контактором *К5*. Предохранители *Пр40* и *Пр41* защищают цепь нагревательных элементов от токов коротких замыканий и перегрузок.

Цепь катушки контактора *К5* состоит из предохранителей *Пр24*, *Пр23*, выключателя «кипятильник» *В15*, установленного на лицевой панели пульта управления, которым управляется контактор *К5*, размыкающих контактов реле *Р3* и *РПН*. Контакт *Р3* разомкнут при неработающем генераторе. Таким образом исключается возможность работы электрокипятильника от аккумуляторной батареи (при низких скоростях движения, на стоянках, при выходе из строя генератора и др.). Диод *Д36* гасит перенапряжения, возникающие во время отключения катушки контактора выключателем *В15* или реле *Р3*.

Сигнальная лампа *Л17*, включенная через добавочный резистор *Р30*, сигнализирует о наличии напряжения на катушке контактора. Однако горящая лампа не сигнализирует о том, что кипятильник исправен и работает. Например, при перегорании элементов *Э20*, обрыве их цепи или внутреннем обрыве катушки контактора лампа будет гореть, а кипятильник работать не будет.

Для проверки исправности нагревательных элементов кипятильника необходимо при движении вагона или при вращении генератора на стенде включить выключатель (тумблер) *В15* и по амперметру на панели управления измерить их общий

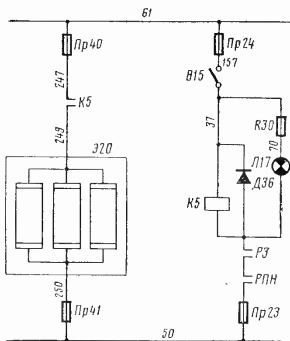


Рис. 80. Схема управления кипятильником

потребляемый ток при напряжении в системе электроснабжения 50 В. Если все нагревательные элементы исправны, то потребляемый ими ток будет составлять 40—44 А. Количество вышедших из строя нагревательных элементов можно определить, зная ток, потребляемый каждым из них: верхний элемент потребляет ток 10—12 А, а каждый из двух боковых по 14—16 А.

43. Схема цепей люминесцентного освещения

Аппараты, входящие в электрическую схему цепей люминесцентного освещения, обеспечивают включение, отключение и переключение люминесцентных ламп накаливания, а также их защиту от токов короткого замыкания и перегрузок. Цепи люминесцентного освещения подключены к выходным зажимам преобразователя (рис. 81) через предохранители *Пр32* и *Пр33*.

Люминесцентное освещение вагона разделено на две группы. Первая группа, предназначенная для освещения прохода по салону вагона, включается и отключается переключателем освещения *В18*. Вторая группа, предназначенная для освещения отделений (купе), включается и отключается переключателем *В17*. Кроме того, лампы *Л30—Л39* включаются и отключаются индивидуальными выключателями *В30—В39*, расположенными непосредственно в купе. Переключатели *В17*, *В18* расположены на лицевой панели пульта управления.

Освещение вагона обеспечивается люминесцентными лампами и лампами накаливания. Основным освещением является люмине-

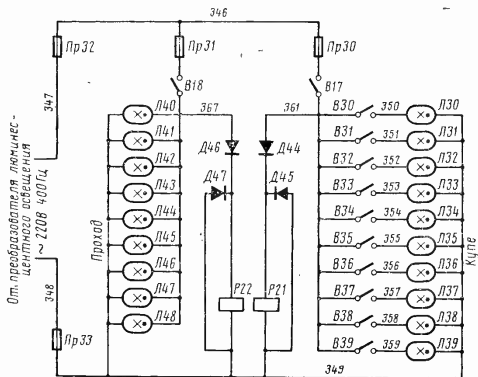


Рис. 81. Схема цепей люминесцентного освещения

сцентное. При использовании люминесцентного освещения лампы накаливания должны быть отключены. С этой целью в обеих группах цепей люминесцентного освещения установлены реле *P21* и *P22*, которые предназначены для автоматического отключения цепей ламп накаливания при работающем преобразователе люминесцентного освещения и включенных группах люминесцентных ламп выключателями *B17* и *B18*. Эти реле постоянного тока, поэтому они подключены к цепям переменного тока через диоды *D44* и *D46*.

При наличии напряжения на проводах *361* и *367* (если работает преобразователь люминесцентного освещения и замкнуты контакты переключателей *B17* и *B18*) реле *P21* и *P22* срабатывают и своими контактами отключают соответствующую группу ламп накаливания. Диоды *D47* и *D45*, подключенные параллельно катушкам реле *P21* и *P22*, предназначены для того, чтобы не допустить перенапряжения, возникающие на этих катушках во время отключения цепи переключателями *B18* и *B17*.

44. Схема цепей ламп накаливания

Освещение лампами накаливания используется в качестве ночного, аварийного (при отказе или отключении преобразователя люминесцентного освещения) и для освещения тамбуров, туалетов и проходов вагона, где не установлены люминесцентные светильники. Питание ламп накаливания осуществляется на ходу поезда от генератора через выпрямитель, а на стоянке от аккумуляторной батареи.

Рассмотрим схему двух основных групп освещения: десяти ламп, установленных в купе, и девяти ламп прохода по салону (рис. 82). Каждая из двух групп ламп разделена на две части. В группе освещения купе параллельно подключены лампы (*L52* — *L56* и *L57* — *L61*), а в группе освещения прохода лампы (*L62* — *L66* и *L67* — *L70*). Эти части обеих групп с помощью пакетных переключателей *B17* и *B18* могут соединяться параллельно (переключатели *B17*, *B18* в левом положении) или последовательно (*B17*, *B18* в правом положении).

При параллельном соединении лампы горят полным накалом. При последовательном соединении напряжение на каждой лампе снижается вдвое (мощность в 4 раза меньше номинальной) и они горят с меньшим накалом, что используется в ночное время. Так, например, при правом положении переключателя *B17* цепь ламп купе составляют: провод *375* — переключатель *B17* — пять параллельно включенных ламп *L52* — *L56* — провод *376* — пять параллельно включенных ламп *L57* — *L61* — предохранитель *Пр56*. Аналогично протекает ток в цепи ламп провода при правом положении переключателя *B18*.

Группы освещения во время движения вагона получают питание от выпрямителя по цепи: провод *25*, шунт *Шн2* амперметра, защит-

ный контактор *K2*, предохранитель *Пр76*, переключатель *B6*. К лампам купе питание подается через предохранитель *Пр54*, контакты реле *P21*, которые замкнуты при обесточенных цепях люминесцентного освещения, контакт контактора *K2* и переключатель *B17*. К лампам прохода питание подается через контакты реле *P5*, предохранитель *Пр55*, контакты реле *P22* и переключатель *B18*. Предохранитель *Пр56* у обеих групп общий. От него ток протекает через контакты реле *P7*, обмотку *02—01* генератора, обмотку магнитного усилителя, обмотку дросселя *Др* к выпрямителю (провод *10*).

Во время стоянки питание на группы освещения подается от положительного зажима аккумуляторной батареи через предохранитель *Пр1*, размыкающий контакт контактора *K1*, шунт *Шн1*, шунт *Шн2* и далее так же, как и при питании от генератора.

В аварийных ситуациях, когда осуществляется перевод питания потребителей с генератора на аккумуляторную батарею, предусмотре-

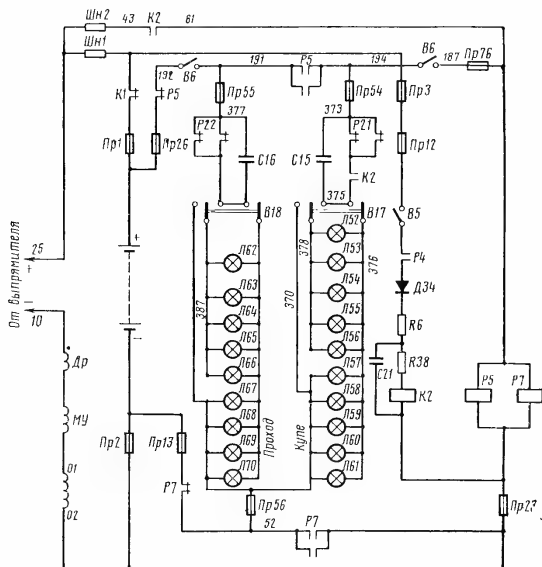


Рис. 82. Схема цепей ламп накаливания

требно отключение части осветительной нагрузки с тем, чтобы предохранить аккумуляторную батарею от чрезмерного разряда. Такое отключение автоматически производится реле *P5* и *P7*. Катушки этих реле получают питание от выпрямителя или от аккумуляторной батареи через контакты защитного контактора *K2*. Катушка контактора *K2* питается через предохранители *Пр3*, *Пр12*, контакты выключателя *B5*, реле тиристорной защиты *P4*, диод *Д34*, резистор *R6* и резистор *R38* с цепью выдержки времени, образуемой конденсатором *C21*. Если включен выключатель *B5* и тиристорная защита не сработала, то реле *P5* и *P7* включены.

Замыкающими контактами реле обеспечивают одновременное питание обеих групп освещения от выпрямителя или аккумуляторной батареи.

В случае срабатывания тиристорной защиты отключается контактор *K2* и своими контактами отключает питание ламп купе и катушек реле *P5* и *P7*.

Реле отключаются и размыкающими контактами подключают лампы прохода на аккумуляторную батарею.

Такая же цепь питания будет при отключении тумблера *B5* (положение «длительный отстой»).

45. Схема питания преобразователей для электробритв

Для обеспечения возможности работы электробритв на вагоне установлены два специальных блока, каждый из которых преобразует постоянное напряжение аккумуляторной батареи в переменное 220 В частотой 50 Гц.

В цепях питания преобразователей установлены аппараты, которые обеспечивают их включение и отключение, защиту от токов короткого замыкания, от увеличения напряжения в аварийных режимах работы системы электроснабжения.

Преобразователь электробритв, как каждый полупроводниковый прибор, чувствителен ко всякого рода перенапряжениям. Поэтому он подключен не на общие цепи нагрузок, а непосредственно к аккумуляторной батарее. Напряжение батареи при заряде значительно больше, чем при разряде. Чтобы уменьшить диапазон питающего напряжения преобразователей электробритв, предусмотрено автоматическое переключение на часть элементов аккумуляторной батареи, когда она заряжается, и на полное количество элементов, когда она разряжается.

Минусовый провод 292 преобразователей *Э16*, *Э17* (рис. 83) через предохранители *Пр13* и *Пр21* постоянно соединен с отрицательным зажимом — *Б* аккумуляторной батареи.

Плюсовой провод 297 может быть соединен с положительным зажимом + *Б* аккумуляторной батареи через выключатель *B12*, контакт защитного реле *P4*, предохранитель *Пр64*, вспомогатель-

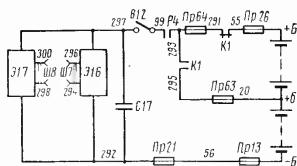


Рис. 83. Схема питания преобразователей для электробритв

ный размыкающий контакт контактора *K1* и предохранитель *Пр26* или с зажимом $+B$ (при заряде батареи) по цепи замыкающегося вспомогательного контакта контактора *K1* и предохранителя *Пр63*.

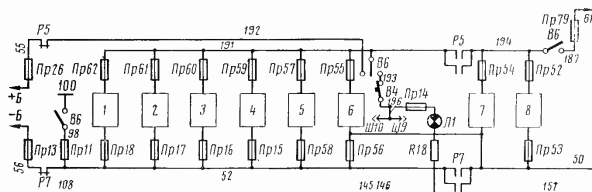
На низких скоростях движения и на стоянках вагона замкнутым оказывается размыкающийся контакт контактора *K1*, которым преобразователи под-

ключаются на напряжение всей батареи к зажимам $+B$ и $-B$.

Во время движения вагона контактор *K1* включен, напряжение на аккумуляторной батарее повышается и происходит ее заряд. Преобразователи в этом случае получают питание только от 30 элементов аккумуляторной батареи: от зажимов $+B$ и $-B$ через замыкающий контакт контактора *K1*.

46. Схема получения и подачи питания в соседний вагон

В целях бесперебойного электроснабжения наиболее важных потребителей вагона (освещение, сигнализация и др.) в каждом вагоне предусмотрены устройства, позволяющие получить питание от соседнего вагона или подать питание в соседний вагон, если на нем отказала его система электроснабжения. Во избежание перегрузки исправного вагона питание соседнего вагона может быть только с ограниченной мощностью. Для подачи или получения



ВВ	Питание
0	+
Нормальный режим	+
Подача в магистраль	+
Питание от магистрали	+
Номер замыкаемого провода	100
Номер строки схемы	100
Номер замыкаемого провода	100

Рис. 84. Схема получения и подачи питания в соседний вагон:

1 — сигнальные фонари; 2 — противоюзное устройство; 3 — сигнализация налива воды и звонковая; 4 — контроль температуры бус; 5 — освещение пульта, служебного купе, тормозной и нетормозной стороны; 6 — ночное аварийное освещение прохода; 7 — ночное аварийное освещение купе; 8 — посадочные фонари

питания четырехпозиционный режимный переключатель *B6* (рис. 84) должен быть поставлен в соответствующее положение.

Схема получения и подачи питания содержит: переключатель *B6*; автоматический выключатель *B4*, сигнальную лампу *Л1*, сигнализирующую о наличии напряжения в подвагонной магистрали; штепсельные разъемы *Ш9* и *Ш10*, которые соединяют подвагонные магистрали соседних вагонов. Если необходимо подать питание в соседний вагон, то режимный переключатель *B6* устанавливают в соответствующее положение, при котором три контакта *B6* (*108*, *146*, *152*) замыкаются. Один контакт (*108*) в цепи проводов *98* и *100* соединяет минусовый провод с корпусом вагона. Контакт *B6* (*146*) подключает плюсовой провод к подвагонной магистрали (провод *196*) и далее через разъем *Ш9* или *Ш10* к подвагонной магистрали соседнего вагона. При этом на пульте загорается лампа *Л1*, сигнализирующая о наличии питания в подвагонной магистрали. Питание в соседний вагон подается через автоматический выключатель *B4*, который ограничивает передаваемую мощность 1,2 кВт. Подачу питания в соседний вагон можно производить как при движении вагона, так и на стоянках поезда. Однако подача питания в соседний вагон на стоянках поезда будет возможна только в том случае, если напряжение аккумуляторной батареи питающего вагона будет выше уставки срабатывания реле пониженного напряжения. Если это напряжение будет ниже, то при срабатывании реле пониженного напряжения сработают реле *P5* и *P7* и своими контактами *P5* и *P7* разомкнут соответственно цепи проводов *191—194* и *52—50* и подача питания в магистраль прекратится.

На неисправном вагоне режимный переключатель *B6* устанавливают в положение «питание от магистрали». При этом контактом *B6* (*146*) питание от магистрали подводится только к наиболее ответственным потребителям, получающим питание от провода *191*. Контакт *B6* (*108*) минусовый провод соединяет с корпусом вагона, а контакт *B6* (*152*) размыкается, отключая все мощные потребители (остаются включенными только аварийное освещение и цепи сигнализации).

РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, НАКЛАДКА, РЕГУЛИРОВКА И ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ В СИСТЕМЕ

47. Условия размещения электрооборудования

От выбора варианта размещения электрооборудования потребителей и системы электроснабжения в пассажирском вагоне во многом зависят безопасность работы, удобства пассажиров и удобства обслуживания. Поэтому при проектировании и постройке пассажирских вагонов электрооборудование размещают с учетом определенных требований.

Электрооборудование располагают так, чтобы во всех случаях нормальных и аварийных режимов, включая неправильные действия проводников и электромонтеров, обеспечивалась безопасность для пассажиров и обслуживающего персонала.

К электрооборудованию должен быть обеспечен легкий доступ для осмотра, ремонта, а также для съемки и постановки его в случае необходимости замены или ремонта в электроцехе депо.

Выбор варианта размещения электрооборудования должен быть сделан с учетом требований по обеспечению безопасности пассажиров и обслуживающего персонала.

Электрооборудование размещается как внутри вагона, так и снаружи — под вагоном. Размещение оборудования под кузовом позволяет сэкономить полезный объем и место в вагоне, исключает шум и улучшает условия охлаждения оборудования. Однако условия работы электрооборудования внутри и снаружи кузова различны. Внутри вагона электрооборудование работает почти всегда при комнатной температуре. Только во время длительного отстоя вагона температура в нем может изменяться в соответствии с окружающей температурой. Изменение температуры не должно приводить к повреждению электрооборудования.

Оборудование, установленное под вагоном, работает в более тяжелых условиях. Широкий диапазон температур (от минус 50 до плюс 40° С), сильный ветер, дождь, снег, обледенение, грязь, пыль осложняют условия и обуславливают принятие специальных защитных мер, обеспечивающих работоспособность оборудования.

Потребители и относящиеся к ним пускорегулирующая, сигнальная, коммутационная и защитная аппаратуры устанавливаются внутри вагона. Генератор с приводом, аккумуляторную батарею, высоковольтную аппаратуру, полупроводниковые выпрямители устанавливают под кузовом — на тележках и в подвагонных ящиках.

48. Размещение электрооборудования внутри вагона

Все основные потребители электроэнергии вагона и пульт управления, в котором сосредоточены аппаратура управления, защиты и сигнализации, размещены внутри вагона.

Светильники люминесцентного освещения с лампами накаливания размещаются по потолку вдоль всего прохода по вагону. Такие же светильники установлены в каждом купе.

Вентиляционный агрегат (двигатель с двумя вентиляторами) смонтирован под крышей вагона, над потолком первого тамбура (у начала потолочного вентиляционного канала). Вентиляционный агрегат обеспечивает подачу воздуха в канал, из которого он распределяется по всем купе. Такое размещение вентилятора обусловлено наибольшим упрощением воздухопроводов.

Преобразователь люминесцентного освещения установлен под крышей, над потолком второго нерабочего тамбура.

Кипятильник с электроугольным подогревом находится в коридоре напротив купе проводника.

На каждом вагоне модели 61-425 установлены по два преобразователя для электробритв. Один преобразователь смонтирован в нише малого коридора, а второй — в конце коридора у второго туалета. Розетки от них с напряжением 220 В для электробритв установлены в туалетах.

Высоковольтные нагревательные элементы комбинированного отопления смонтированы в котле. Они своей рабочей частью погружены в котел, а внешняя их часть с подсоединенными к ним проводами для защиты обслуживающего персонала от соприкосновения закрыта специальным кожухом, закрепленным к котлу болтами. Таким образом, высокое напряжение при комбинированном отоплении от пассажиров удалено и надежно заблокировано. В этом заключается одно из основных достоинств комбинированного отопления.

49. Пульт управления

Вся основная аппаратура управления, сигнализации и защиты самой системы электроснабжения и потребителей размещена в пульте управления. Пульт установлен внутри вагона между служебным купе и купе проводников.

Электроэнергия от генератора и от аккумуляторной батареи поступает к пульту управления и распределяется по потребителям. Поэтому пульт управления иногда называют распределительным шкафом. С пульта проводник вагона управляет работой системы электроснабжения, электроотопления, а также работой потребителей. Для удобства обслуживания пульт управления установлен так, что в служебное купе он выходит лицевой стороной, с панелями управления, а из купе проводников имеется доступ к его оборудованию с задней стороны.

Пульт управления представляет собой металлический каркас 1 (рис. 85) формы прямоугольного параллелепипеда, обшитого металлическим листом. В верхней части лицевой стороны имеются две открывающиеся дверцы 2. В нижней части лицевой стороны пульта также имеются открывающиеся дверцы, которые дают возможность доступа к электрооборудованию, установленному внутри пульта.

Оборудование пульта охлаждается циркулирующим воздухом. Для этого в нижних дверцах лицевой стороны сделаны жалюзи для входа воздуха в пульт. Как верхние, так и нижние дверцы запираются трехгранным ключом. Средняя, поперечная панель 3 пульта управления, на которой смонтированы переключатели и автоматы, с целью обеспечения доступа к оборудованию сделана также откидной. Она закрепляется винтами. В верхней и нижней стенках пульта для прокладки подводящих проводов имеются проемы. Соответственно сверху и снизу пульта для присоединения проводов установлены клеммовые сборки 5 (рис. 86). В верхней части пульта, расположенной для удобства обслуживания примерно на уровне роста человека, установлено оборудование, которое необходимо часто осматривать и регулировать: контакторы 4, промежуточные реле 6, реле 9, реле времени 3, звонок 7, промежуточные реле люминесцентного освещения 8. Электронные блоки 2 и 10, предохранители 1 размещены в нижней части пульта. Здесь же установлен контактор 11, обозначенный на электрических схемах К1, которым осуществляются переключения режимов в системе электроснабжения.

Пульт управления имеет свое освещение от сети аварийного освещения. Электрические соединения выполнены проводами марок ПВ, ПВГ и др.

В пульте проложены провода цепей с напряжением 50 В постоянного тока и 220 В переменного (люминесцентного освещения). Выводы зажимов, находящиеся под напряжением 220 В, закрыты предохранительными крышками. При осмотре и ремонте аппаратуры пульта управления следует соблюдать правила техники безопасности, так как на ряде конденсаторов напряжение может достигать 300 В.

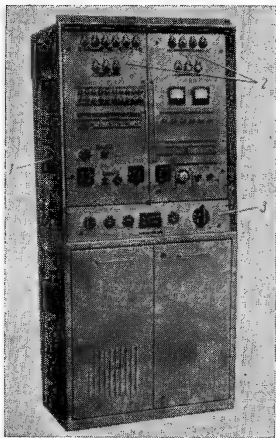


Рис. 85. Пульт управления 2ПУ24

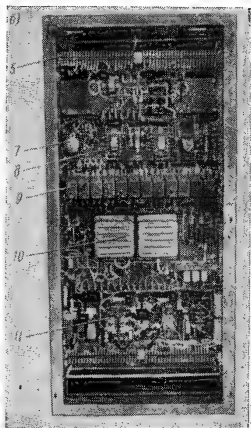
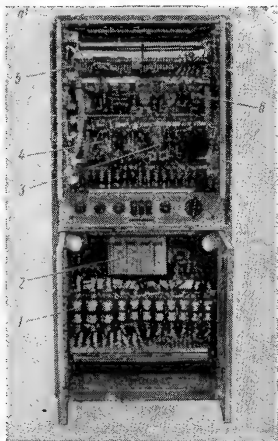


Рис. 86. Пульт управления при открытых дверях

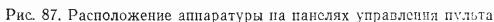
Производить работы в пульте управления под напряжением запрещается. Работы можно выполнять на остановках и с полным снятием напряжения, для чего следует вынуть предохранители *Пр1*, *Пр2*, *Пр13*, *Пр26*, отсоединить провода от отрицательного зажима «— Б» и проверить отсутствие напряжения. Поездной электромонтер, электрослесарь могут заменять предохранители в цепи 50 В без снятия напряжения. Для замены предохранителей типа *Пр2*, находящихся внутри пульта управления, необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками, клещами и защитными очками.

Замена предохранителей *Пр30*, *Пр31* в цепях с напряжением 220 В, как и другие ремонтные работы с аппаратами этих цепей, могут производиться только при отключенном преобразователе для люминесцентного освещения. Для этого после отключения преобразователя нужно выждать не менее 15 с до полной остановки его и, только после этого можно начать осмотр и проверку.

Аппараты и приборы на панелях управления пульта размещены по функциональному назначению: на правой панели установлена аппаратура управления, защиты и контроля источников электропитания (генератора и батареи), а на левой — аппаратура управления потребителей электроэнергии.

Размещение и назначение аппаратуры, размещенной на трех панелях пульта: правой, левой и нижней поперечной, на рис. 87

На правой панели пульта в верхнем ряду размещены лампы сигнализации, ниже — электроизмерительные приборы; еще ниже предохранители цепей управления и еще ниже — аппаратура управления — переключатели, выключатели и автоматы. Левая сигнальная лампа «РМII» (Л15) верхнего ряда в нормальном режиме работы не горит. Только при срабатывании защиты от повышения напряжения* (отпадение реле Р6 и Р9) она загорается. После срабатывания защиты необходимо определить и устранить причину срабатывания. Если причину срабатывания установить не удалось, то (на стоянке) можно попытаться восстановить защиту путем нажатия на кнопку Кн1, расположенную в нижнем ряду панели. Во время нажатия кнопки Кн1 загорается лампа «Кн1» (Л16), подтверждающая подачу сигнала на восстановление защиты. После восстановления



во время разгона поезда нужно следить по вольтметру за напряжением в сети. В случае повышения его более 53—54 В необходимо отключить генератор до выяснения причины завышения напряжения.

В том же ряду находится лампа «тир. защита» Л22, которая загорается при срабатывании тиристорной защиты от перенапряжений, а точнее — при отключении контактора К2 и отпадании реле Р4. Восстановление защиты после осмотра оборудования должно производиться кнопкой Кн1 также во время остановки.

Правая лампа верхнего ряда «обрыв фаз, РПН» Л23 загорается при работе генератора в несимметричном режиме (срабатывает реле Р2) и при чрезмерном разряде аккумуляторной батареи (срабатывает реле РПН). Если в дальнейшем генератор будет работать в нормальном симметричном режиме и на аккумуляторную батарею будет подано зарядное напряжение, то нажатием кнопки Кн1 можно восстановить включенное состояние реле Р8 и лампа «обрыв фаз, РПН» потухнет.

Лампа «МАГ» Л1, расположенная во втором ряду, загорается при наличии напряжения 50 В в магистрали относительно корпуса вагона, т. е. при подаче питания в соседний вагон или при получении питания через магистраль из соседнего вагона.

Лампы сигнализации «корпус —» и «корпус +» контролируют исправность изоляции электрических цепей. При хорошей изоляции и включенных тумблерах «контроль изоляции» В10 и В11, расположенных под этими лампами (ниже предохранителей), обе лампы горят вполне накала и с одинаковой яркостью. Если в какой-либо цепи со стороны плюсовых проводов ухудшится изоляция (уменьшится сопротивление изоляции), то лампа Л14 загорится ярче, а лампа Л13 менее ярко. При ухудшении изоляции цепей со стороны минусовых проводов ярче загорится лампа Л13, а Л14 менее ярко. Тумблеры «контроль изоляции» В10 и В11 могут отключать части контрольных цепей с лампами Л13 и Л14.

Вольтметр и амперметр позволяют постоянно следить за режимом работы системы электроснабжения, а также проверять функционирование потребителей. В цепи каждого измерительного прибора установлены тумблеры «напряжение» и «нагрузка». При верхнем положении «сеть» тумблера «напряжение» В3 вольтметр показывает напряжение сети потребителей, которое во время стоянок одновременно является напряжением аккумуляторной батареи. При нижнем положении «ген, бат» тумблера «напряжение» вольтметр показывает зарядное напряжение аккумуляторной батареи.

Амперметр при верхнем положении «сеть» тумблера «нагрузка» (В1) показывает величину тоже всех включенных потребителей вагона как во время движения, так и во время стоянки. При нижнем положении «бат» тумблера амперметр показывает ток аккумуляторной батареи. Во время движения аккумуляторная батарея заряжается, ток течет в одну сторону — стрелка отклоняется вправо. На стоянках аккумуляторная батарея разряжается, ток течет в дру-

гую сторону и стрелка отклоняется влево, поэтому шкала амперметра сделана с нулем посередине.

Под электроизмерительными приборами расположен ряд предохранителей слаботочных цепей управления. К предохранителям на панели даны надписи (на рис. 87 они не показаны) с наименованием цепей, в которых они установлены.

Ниже предохранителей расположен ряд тумблеров.

Тумблером «управление» В5 включаются все цепи управления, регулирования и защиты для нормальной работы системы электроснабжения в поездных условиях вагона. В нижнее положение тумблер должен переводиться при постановке вагона в отстой. В самом нижнем ряду панели расположены переключатель режимов заряда аккумуляторной батареи — «заряд», аварийная кнопка и кнопки защиты. Рукоятка переключателя «заряд» должна быть всегда установлена в положение «автомат». Только при неисправности автоматики или для создания особых режимов заряда аккумуляторной батареи следует пользоваться ручными ступенями регулирования заряда: «малый», «средний» и «полный», которые соответствуют величине тока заряда и интенсивности заряда. Чем ниже температура окружающего воздуха, тем интенсивнее должен производиться заряд. Однако интенсивный заряд аккумуляторной батареи способствует быстрому выкипанию электролита, что без своевременной доливки дистиллированной воды может привести к выходу из строя аккумуляторов. Система электроснабжения ЭВ.10.02 имеет следующую особенность. На всех ступенях переключателя «заряд», чем больше подключено потребителей энергии вагона, тем больше ток заряда и интенсивнее заряжается аккумуляторная батарея. Поэтому, например, зимой аккумуляторная батарея при включенных кипятильнике, вентиляторе, преобразователе для люминесцентного освещения заряжается лучше.

Кнопкой «аварийная» Кн2 можно отключить все потребители (кроме аварийного освещения и ответственных цепей сигнализации и защиты) и снять возбуждение (напряжение) генератора. Этой кнопкой следует пользоваться только в крайних случаях, аварийных ситуациях, например, при угрозе возникновения пожара, звонковой работе контакторов или реле и т. п. Запрещается пользоваться этой кнопкой для оперативного отключения нагрузок, например, при замене предохранителей. После нажатия кнопки «аварийная» загораются сигнальные лампы «РМН» и «тир. защита».

Рядом с аварийной кнопкой расположены кнопки защиты — «возврат защ.» Кн1, назначение которой рассмотрено выше, и «проверка РМН» Кн8. Последняя позволяет проверить исправность действия защиты от повышения напряжения. При ее нажатии срабатывает реле и загорается сигнальная лампа.

В двух верхних рядах левой панели, связанной с потребителями энергии, так же как и на правой, размещены сигнальные лампы.

Лампа «контроль темп. букс» Л2 при исправных буксах не горит. Она загорается одновременно со звонком при срабатывании любого

из восьми термодатчиков и продолжает гореть до тех пор, пока не восстановится цепь термодатчиков, контролирующая исправность всех букс. На панели установлен тумблер. Его отключением можно разорвать цепь термодатчиков и таким путем проверить исправность всей системы контроля нагрева букс.

Сигнальные лампы «вентиляция» *Л18* и «кипятильник» *Л17* подключены параллельно соответствующим контакторам. Они загораются, когда подано напряжение на катушки контакторов. Поэтому нужно иметь в виду, что их горение не означает, что вентиляция и кипятильник обязательно работают. Например, при перегорании предохранителя силовой цепи или при перегорании нагревательных элементов кипятильника лампа будет гореть, а кипятильник работать не будет. Работу вентиляции, кипятильника, как и других потребителей, можно проверить по амперметру. При включении и отключении соответствующего тумблера ток должен соответственно увеличиваться или уменьшаться.

Загорание одной из сигнальных ламп «Звонковая сигнализация» *Л3* или *Л4* одновременно с сигналом звонка показывает, к какой двери вызывается проводник: с тормозной или нетормозной стороны.

Крайняя правая лампа «неотпуск. тормоза» (*Л19*) свидетельствует о неисправности тормозной системы.

Во втором ряду установлены лампы электрического отопления: «3000 В» *Л90*, подающая сигнал о наличии высокого напряжения в магистрали и высоковольтном подвагонном ящике; лампа *Л91*, сигнализирующая о включении контактора нагревательных элементов, и лампа *Л92*, сигнализирующая о срабатывании дифференциальной защиты. На вагонах первого выпуска с комбинированным отоплением лампа *Л91* сигнализировала о включенном контакторе нагревателей первой группы, а лампа *Л92* — о включении контактора второй группы.

Под сигнальными лампами размещены два ряда предохранителей цепей управления, сигнализации, к которым на панели сделаны соответствующие надписи с указанием цепей, где они установлены.

В следующем, нижнем ряду расположен ряд тумблеров. К ним тоже имеются надписи с указанием потребителей, для которых они поставлены.

Несколько ниже расположен переключатель «сигнальные фонари» *В9*, имеющий четыре положения: 1 — включены сигнальные фонари котлового торца вагона; 2 — включены сигнальные фонари неkotлового торца; 1 и 2 — включены фонари обоих торцов вагона и 0 — фонари отключены.

Рядом с переключателем *В9* находится кнопка для восстановления защиты и проверки высоковольтных контакторов *Кн10*.

В нижнем ряду панели размещены переключатели для управления режимом отопления и вентиляции и две кнопки преобразователя для люминесцентного освещения «пуск» *Кн5* и «стоп» *Кн6*. Переключатель «отопление» имеет четыре положения: «нормальное» —

автоматическое регулирование температуры в вагоне; «отстой» — автоматическое регулирование температуры при отстое в пунктах оборота; «0» — нагреватели отключены; «Гр1 + Гр2» — нагреватели включены без автоматического регулирования. На вагонах первых выпусков с комбинированным отоплением имеются дополнительно еще два положения, обведенные штриховой линией: «Гр1» — включены нагревательные элементы только первой группы без автоматического регулирования; «Гр2» — включены нагревательные элементы только второй группы без автоматического регулирования. Всегда следует пользоваться автоматическими ступенями: «нормальное» и «отстой». Положение ручного управления следует использовать в виде исключения, например, при неисправной автоматике или при необходимости быстрой корректировки температуры в вагоне.

На щитке пульта управления, расположенном ниже панелей-дверок, смонтированы пять пакетных переключателей цепей освещения, розеток, питания магистрали и три автомата. Переключатель «освещение I и VI гр» B18 в цепях освещения прохода, так же как переключатель «освещение II и VII гр» B17 в цепях освещения купе, имеет два рабочих положения: «люм» и «ночное». В первом из них, если включен преобразователь люминесцентного освещения, горят люминесцентные лампы, а если преобразователь отключен, то горят лампы накаливания с нормальной яркостью. Во втором положении «ночное» горит только часть ламп и притом с уменьшенной яркостью.

Переключатель «освещение IV гр» B26 имеет четыре положения: 1 — включено освещение лампами накаливания тормозной стороны вагона; 2 — включено освещение нетормозной стороны; 1 + 2 — включено освещение обеих сторон; 0 — освещение отключено.

Выключатель «розетки» B23, включающий и отключающий цепи розеток с напряжением 50 В, имеет два положения: «вкл.» и «0».

Пакетный переключатель «питание» B6 имеет три положения: «норм. режим» — система электроснабжения питает потребители только своего вагона, магистраль обесточена; «подача в маг.» — система электроснабжения через магистраль питает потребители соседнего вагона; «питание от маг.» — потребители получают питание через магистраль от соседнего вагона.

Автоматические выключатели «насос» (B20), «водоохладитель» (B21), «магистраль» (B4) защищают свои цепи от перегрузок и коротких замыканий. Использовать их для оперативного включения и отключения не рекомендуется.

50. Размещение электрооборудования под вагоном

На вагоне модели 61-425 генератор размещается на раме тележки. Он крепится четырьмя болтами с резиновыми амортизаторами. Редуктор шарнирно подвешен также к раме тележки. Входной шкив

редуктора получает вращение от шкива колесной пары через текстурно-ременную передачу (четыре ремня трапецидального сечения). Выходной вал редуктора соединен с валом генератора с помощью карданного вала.

Аккумуляторная батарея, как и на всех пассажирских вагонах, размещена в подвагонном ящике 1 (рис. 88), подвешенном к кузову 6. Открывающиеся передние стенки 4 ящика имеют по краям специальные уплотнения для защиты аккумуляторов 3 от пыли, влаги, дождя и снега. Стенки после открытия удерживаются растяжками 2 в горизонтальном положении, для того чтобы по ним можно было вытащить для осмотра или замены аккумуляторы. Положение аккумуляторов фиксируется досками 5, поставленными на распорках.

При работе из аккумуляторов выделяется газ, скопление которого может привести к образованию взрывоопасной смеси. Во время движения вагона внутреннее пространство аккумуляторного ящика через специальные газоотводящие трубы вентилируется под действием давления, создаваемого потоком встречного воздуха.

Предохранитель 3 (рис. 89) в отличие от размещения всех других предохранителей устанавливается вблизи аккумуляторной батареи в специальной коробке 2, укрепленной на торцевой стороне аккумуляторного ящика. Коробка плотно закрывается крышкой 1 с резиновым уплотнением и прижимается откидным винтом 4 с башком.

В высоковольтном подвагонном ящике 1 (рис. 90) размещена вся высоковольтная аппаратура: контакторы 3, предохранители 4, аппараты 2 сигнализации о наличии высокого напряжения.

Крышка 5 высоковольтного ящика рычагом 6 шарнирно соединена с разъединителем-переключателем, который высоковольтные

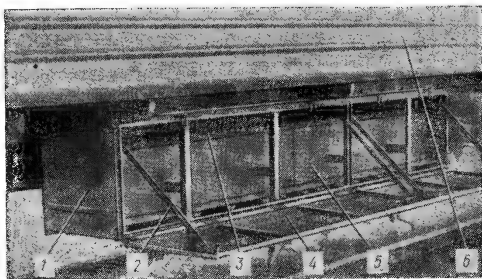


Рис. 88. Размещение аккумуляторной батареи

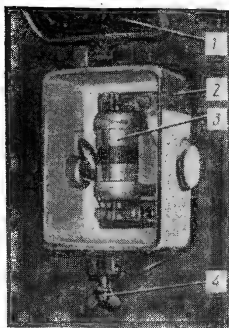


Рис. 89. Размещение предохранителя аккумуляторной батареи

цепи вагона при закрытой крышке соединяет с высоковольтной поездной электромагистралью, а при открытой — с корпусом вагона. Крышки, так же как и всех других подвагонных ящиков, имеют уплотнение для защиты оборудования от пыли, дождя и снега.

Полупроводниковые кремниевые выпрямители установлены также в подвагонном ящике.

Водоналивные патрубки этого вагона (так же как и сливные трубы) оборудованы водоподогревателями, так как электроподогреватели, которые ранее устанавливались на вагонах, в эксплуатации работают ненадежно. Около водоналивного патрубка 7 (рис. 91), защищаемого защитным козырьком 6, поставлена сигнальная лампа 5 в специальной арматуре. Она загорается при окон-

чании наполнения баков вагона водой и сигнализирует о необходимости прекратить заправку водой.

Датчики сигнализации нагрева букс или, как их иногда сокращенно называют, термодатчики 4 ввинчены в корпус буксы. Двухжильным проводом 3, вмонтированным в термодатчики, последний подсоединяется к клеммной разветвительной коробке 1, которая закрывается крышкой 2 с резиновым уплотнением и четырьмя вин-

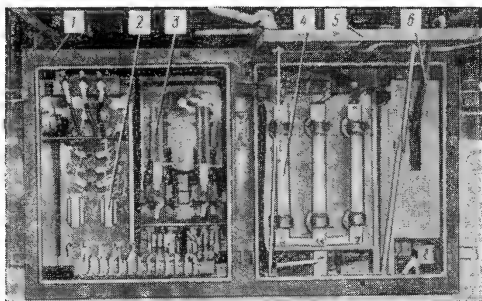


Рис. 90. Размещение оборудования в высоковольтном ящике

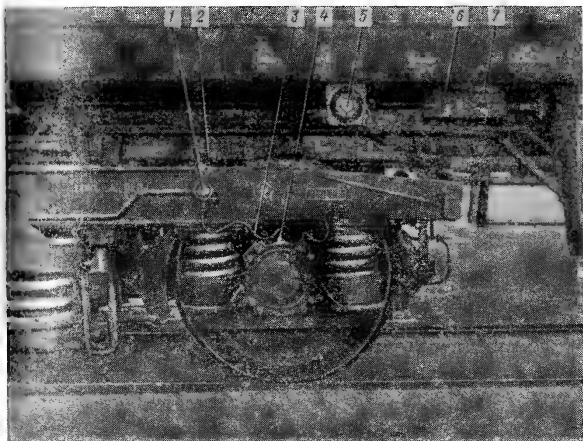


Рис. 91. Размещение сигнальной лампы у водоналивного патрубка, термодатчика и переходной коробки

тами. На фотографии крышка показана в открытом положении. Для надежной работы системы контроля нагрева букс важно следить, чтобы провод не имел перегибов с малым радиусом, не терся о детали тележки и имел возможность перемещаться в соответствии с перемещением буксы относительно рамы тележки.

51. Регулировка и наладка системы на вагоне

Наладку и регулировку системы электроснабжения следует производить на стоянке вагона при вращении генератора асинхронным двигателем или двигателем постоянного тока с регулированием частоты вращения, а также при обкатке, при движении вагона то скоростями выше 50 км/ч. Аккумуляторная батарея должна быть заряжена. Ее ток подзаряда во время наладки системы не должен превышать 20 А.

До производства работ по наладке и регулировке следует произвести проверку монтажа аппаратов и целостности предохранителей на панелях пульта управления.

Большинство измерений следует производить электронизмерительными приборами, установленными на пульте управления. До-

полнительные и специальные замеры удобнее всего производить тестером (типа Ц4312 или аналогичного типа).

Наладка регулятора напряжения производится при установке тумблеров *B1* и *B3* (см. рис. 55) в цепи электронизмерительных приборов в положение «сеть», переключателя режимов заряда батареи в положение «средний заряд» и тумблера цепей управления *B5* в положение «вкл.». До начала регулировки следует визуально убедиться, что контактор *K1* включен. Ток нагрузок должен составлять 7—10 А.

Регулирование напряжения в цепях нагрузок производится с помощью резистора *R10*. При вращении движка резистора *R10* по часовой стрелке напряжение увеличивается, а против часовой — уменьшается. Напряжение устанавливается на уровне 51 В. После регулировки движок резистора *R10* зафиксировать с помощью контргайки. Проверка работы регулятора напряжения производится при полной нагрузке генератора. Регулятор должен обеспечивать регулирование напряжения в пределах от 48 до 53 В при изменении тока нагрузки от 5 до 140 А. Если в процессе регулировки окажется невозможным установить заданный уровень напряжения при помощи резистора *R10*, то подрегулировка производится резистором *R11*.

Проверка узла заряда батареи производится при любом токе нагрузок в пределах от 30 до 100 А. Переключатель режимов заряда *B2* устанавливается в положение «малый». При этом установившийся ток заряженной аккумуляторной батареи должен быть до 10 А. При переводе переключателя *B2* из одного положения в другое должно быть четкое изменение тока заряда, наблюдаемое по амперметру пульты управления.

Проверка работоспособности блока *У3* (автоматика регулирования режима заряда) производится при положении переключателя *B2* «автомат». Для производства проверки отсоединяются провода 178, 179, 181 и 183, идущие к терморезисторам.

При подключении резистора с сопротивлением 5,6 кОм на вход блока *У3* (зажимы 181—183) изменение тока заряда не должно произойти, т. е. реле не должно переключиться. Затем вместо резистора 5,6 кОм следует подключить резистор 4,3 кОм. Реле должно включиться и ток заряда должен измениться. Аналогичную проверку следует произвести подключением на вход другого блока *У2* (зажимы 178—179) резисторов с сопротивлениями 4,3 кОм (реле не должно включаться) и 2 кОм (реле должно включаться).

При необходимости блоки *У2* и *У3* могут быть подрегулированы резистором *R3* (на включение) и резистором *R1* (на отключение).

Проверка работы переключающего устройства производится при обкатке вагона или на стенде при вращении генератора двигателем с регулируемой частотой вращения.

Переключающее устройство должно включать контактор *K1* при скорости движения вагона от 35 до 45 км/ч (частоте вращения генератора от 820 до 1050 об/мин) в зависимости от тока нагрузок. Отключение контактора должно происходить при скоростях мень-

ших на 1—4 км/ч (25—100 об/мин). При отклонениях от заданных скоростей, при которых происходят переключения контактора, следует проверить исправность дросселя *Др*. Если дроссель исправен, нужно проверить уставки реле блока *У4* на включение и отключение. Для этого к проводам 47—6 подключить тестер (шкала 60 В переменного тока). При увеличении частоты вращения генератора реле должно включиться при напряжении 28 ± 3 В, при уменьшении должно отключиться при напряжении 20 ± 2 В. Реле регулируется на включение резистором *R3*, а на отключение — резистором *R1* блока *У4*.

Проверка регулировки защиты от повышенного напряжения производится при напряжении в цепях нагрузок больше 53 В. Для того чтобы ток заряда аккумуляторной батареи в этих условиях не достигал значительной величины, следует до начала работ при пеработающем генераторе отсоединить провод, идущий от диода *Д17* к зажиму $+$ Б батареи, и вынуть предохранитель *Пр1*. Так как при отключенной аккумуляторной батарее может срабатывать тиристорная защита, то для исключения ее срабатывания надо вынуть ее блок *У9*. Для исключения выхода из строя ламп накаливания переключатель *B6* устанавливается в положение «откл.» Для возможности изменения уставки ранее отрегулированного регулятора напряжения параллельно резистору *R11* в цепи делителя напряжения следует подключить резистор с переменным сопротивлением порядка 240 Ом (например, типа РСР). После этого генератор приводится во вращение и можно приступить к проверке уставок защиты.

Общая проверка работоспособности защиты на срабатывание проверяется нажатием кнопки *Кн8* «Проверка РМН». Если защита срабатывает, это означает, что ее схема и ее элементы исправны.

Проверка уставки защиты (канал с выдержкой времени) производится при плавном увеличении напряжения (уменьшении сопротивления дополнительно подключенного резистора).

Электронное реле защиты *У6* должно сработать при напряжении 60 ± 2 В. При необходимости регулировка уставки срабатывания реле производится резистором *R12*.

Проверка уставки канала без выдержки времени производится после отключения канала с выдержкой времени. Чтобы отключить этот канал, необходимо разъединить провод 127, идущий от блока защиты. Для этого с зажима панели следует снять два провода под номером 127 и изолировать их друг от друга. Переключатель вольтметра *B3* необходимо установить в положение «ген. бат.». С помощью подключенного резистора установить напряжение, предназначенное для зарядки аккумуляторной батареи (батарея отключена), на уровне уставки канала без выдержки времени 72 В. Контроль за величиной напряжения следует вести по вольтметру пульта управления. Проверку срабатывания защиты нужно произвести подачей напряжения 72 В на вход канала без выдержки времени. Для этого на короткое время следует перемычкой соединить провода 1 и 106. Защита должна сработать.

В случае необходимости регулировка канала без выдержки времени производится резистором *R8*.

Проверка работоспособности тиристорной защиты производится в тех же условиях, что и при проверке уставки защиты от повышенного напряжения. Дополнительно снимается блок *У6*, а переключатель вольтметра *В3* устанавливается в положение «сеть».

После снятия блока *У6* перемычкой соединяются провода 27 и 29. С помощью резистора, ранее подключенного параллельно резистору *R11*, устанавливается напряжение на нагрузках 68 В. На вход блока управления защиты *У9* подается более высокое напряжение (напряжение для заряда аккумуляторной батареи). Для этого кратковременно соединяют провода 1 и 189, при этом защита должна сработать. Измерить точно уставку тиристорной защиты при пульсирующем напряжении на вагоне нельзя, так как она срабатывает от мгновенных значений напряжения, величина которых показываемыми приборами не регистрируется. Поэтому уставку защиты следует проверять постоянным напряжением в условиях электроцеха. Она должна быть примерно 125 В. Регулировка уставки тиристорной защиты производится резистором *R2* блока *У9*.

Проверка уставки реле пониженного напряжения РПН производится на стоянке вагона от заряженной аккумуляторной батареи. До проверки надо вынуть предохранитель *Пр12*, подключить к проводам + Б и 64 резистор с переменным сопротивлением, средний вывод которого необходимо соединить с проводом 75. К проводам 64 и 75 подключить тестер (шкала 60 В постоянного тока). При плавном перемещении движка подключенного резистора реле РПН должно отключиться при напряжении от 40 до 44 В. При отклонениях напряжения срабатывания за указанные пределы нужно отрегулировать уставку РПН с помощью резистора *R23*.

52. Характерные неисправности и методы их устранения

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
1. На стоянке не показывает вольтметр, переключатель вольтметра <i>В3</i> в положении «сеть»	Сработал предохранитель <i>Пр12</i> или <i>Пр3</i>	Проверить предохранители Установить причину их срабатывания (перегрузка, короткое замыкание) и устранить ее. Заменить вставку
2. Генератор не возбуждается. Контактор <i>К1</i> не включается. Сигнальные лампы <i>Л15</i> , <i>Л22</i> и <i>Л23</i> не горят, т. е. защита не действовала	1. Короткое замыкание или обрыв в цепи обмотки возбуждения генератора 2. Неисправна панель с регулятором	Установить неисправность в цепи обмотки возбуждения Заменить панель

Наименование неисправности, наиболее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
	3. Сработал один из предохранителей <i>Пр4</i>, <i>Пр10</i>, <i>Пр12</i> или <i>Пр13</i> 4. Неудовлетворительные контактные соединения в штепсельных разъемах генератора	Заменить плавкие вставки предохранителей Обеспечить нормальное состояние контактных соединений или заменить разъемы
3. На стоянке вагоны потребители не включаются, кроме цепей аварийного освещения. Лампы защиты не горят	Сработал предохранитель <i>Пр1</i> или <i>Пр2</i>	Заменить плавкую вставку предохранителей
4. Генератор не возбуждается Горит сигнальная лампа на <i>Л15</i> «РМН»	Сработал блок защиты <i>У6</i> (РМН)	Если РМН не восстанавливается кнопкой <i>Кн1</i> «возвр. защиты», проверить уставку защиты, а также уставку регулятора напряжения генератора
Горят сигнальные лампы <i>Л23</i> «обрыв фаз, РПН» и <i>Л15</i> «РМН»	Сработала защита перекоса фаз (реле <i>P2</i>). Сработали предохранители <i>Пр9</i>, или <i>Пр10</i>, или <i>Пр22</i>, или предохранители генератора <i>Пр4</i> или <i>Пр5</i>, или <i>Пр6</i>. Произошел пробой одного из силовых вентилях <i>Д1—Д6</i>	Проверить целостность предохранителей и исправность вентилях. Заменить плавкие вставки или вентили
5. На стоянке горит сигнальная лампа <i>Л23</i> «обрыв фаз, РПН»	Из-за низкого напряжения аккумуляторной батареи сработало реле РПН	Зарядить батарею
6. Генератор возбуждается, контактор <i>K1</i> включается, но напряжение на нагрузках больше 53 В	Не отрегулирован регулятор напряжения Неисправна панель с регулятором	Отрегулировать регулятор напряжения Заменить панель на исправную, если внешним осмотром не удалось обнаружить нарушенных паяных соединений и др.
7. Генератор без нагрузки возбуждается. При включении нагрузки напряжение уменьшается	Межвитковое замыкание в рабочих обмотках генератора	Заменить генератор
8. Не включается контактор <i>K1</i> даже при скорости движения более 45 км/ч	Неисправно реле фильтра, блок <i>У4</i> или дроссель <i>Др</i>	Отрегулировать блок <i>У4</i>. Проверить и при необходимости заменить дроссель

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
9. Контакт <i>K1</i> срабатывает, но тут же отключается (звонковая работа)	Слабая затяжка ремней привода (проскальзывание ремней по шкивам)	Подтянуть ремни привода Уменьшить нагрузку генератора
10. Мал зарядный ток батареи даже после остановки в начале заряда	Сработал предохранитель <i>Пр7</i> или <i>Пр8</i> Низкая уставка напряжения на цепях нагрузок Обрыв или пробой вентилей <i>D7</i> или <i>D8</i> Обрыв в одной из обмоток магнитного усилителя	Заменить плавкую вставку предохранителя Отрегулировать уставку напряжения Заменить вентиль Заменить магнитный усилитель
11. Лампа <i>L13</i> горит. Лампа <i>L14</i> не горит. Переключатель <i>B6</i> — в положении «норм. режим»	Замыкание на корпус минусовых цепей	Отыскать цепь и место замыкания методом очередного отключения цепей и устранить замыкание
12. Лампа <i>L14</i> горит. Лампа <i>L13</i> не горит	Замыкание на корпус плюсовых цепей	То же
13. Лампа <i>L13</i> горит ярко, а <i>L14</i> тускло. При отключении выключателя <i>B10</i> обе лампочки гаснут	Неполное замыкание на корпус минусовых цепей	Отыскать цепь и место замыкания. Устранить замыкание
14. Лампа <i>L14</i> горит ярко, а <i>L13</i> тускло. При отключении выключателя <i>B11</i> обе лампы гаснут	Неполное замыкание на корпус плюсовых цепей	Отыскать цепь и место замыкания. Устранить замыкание
15. На стойке лампа <i>L13</i> горит ярко, а <i>L14</i> тускло. При отключении <i>B10</i> лампа <i>L13</i> гаснет, а <i>L14</i> продолжает тускло гореть	Замыкание на корпус батареи ближе к «минусу»	То же
16. На стойке лампа <i>L14</i> горит ярко, а <i>L13</i> тускло. При отключении <i>B11</i> лампа <i>L14</i> гаснет, а <i>L13</i> продолжает тускло гореть	Замыкание на корпус батареи ближе к «плюсу»	»
17. На стойке лампы <i>L13</i> и <i>L14</i> горят вполнакала. При отключении одного из выключателей <i>B10</i> или <i>B11</i> одна из ламп <i>L14</i> или <i>L13</i> продолжает гореть вполнакала	Замыкание на корпус средних (по схеме) элементов батареи	»

Примечание. Обозначения элементов электрооборудования даны по электрической схеме рис. 55 и 56.